

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-148852  
 (43)Date of publication of application : 02.06.1998

(51)Int.Cl. G02F 1/17  
 G02F 1/35

(21)Application number : 08-306692

(71)Applicant : DAINICHISEIKA COLOR & CHEM MFG CO LTD

VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 18.11.1996

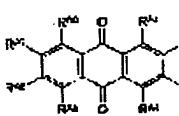
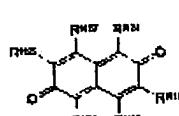
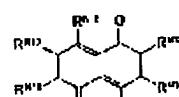
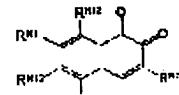
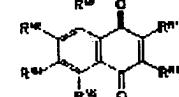
(72)Inventor : TANAKA NORIO  
 TAKARADA SHIGERU  
 YANAGIMOTO HIROMITSU  
 TSUJITA KOJI  
 UENO ICHIRO

## (54) LIGHT-CONTROLLING METHOD AND LIGHT-CONTROLLING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain photoresponsiveness with enough intensity and good reproducibility by using an photoresponding compsn. containing a kind of specified naphthoquinone deriv. and/or specified anthraquinone deriv. to constitute an optical element.

**SOLUTION:** Optical paths of control light and signal light are arranged in such a manner that the control light and the signal light are independently converged to irradiate an optical element and that the area near the focus having the highest photon density of each light overlaps each other in the optical element. In this method, the optical element consists of a photoresponding compsn. containing one kind of naphthoquinone deriv. expressed by formulae I to IV and/or anthraquinone deriv. expressed by formula V. In formulae, RN1 to RN24 are independently hydrogen atoms, compds. of group IV elements (C, Si, Ge, Sn, Pd), compds. of group V elements (N, P, As, Sb, Bi), compds. of groups VI elements (O, S, Se, The, Po) or univalent substituents derived from group VII elements (F, Cl, Br, I).



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3504091

[Date of registration] 19.12.2003

## \* NOTICES \*

**JPO and NCIPPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

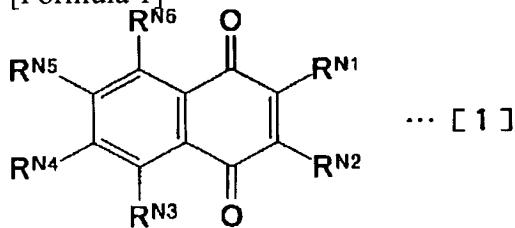
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

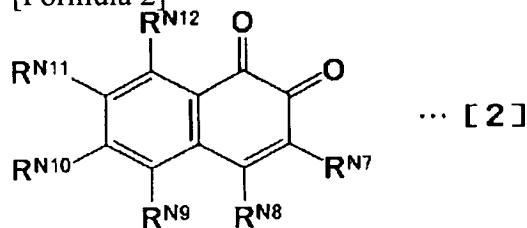
[Claim 1] The control light of the wavelength to which said optical element induces the optical element which consists of an optical responsibility constituent is irradiated. In the optical control approach of performing said signal luminous-intensity modulation and/or luminous-density modulation which penetrate said optical element by changing reversibly the permeability and/or refractive index of signal light in a different wavelength band from control light So that said control light and said signal light are completed respectively, it may irradiate to said optical element and the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light and said signal light is the highest may overlap mutually in said optical element It is the optical control approach which has arranged the optical path of said control light and said signal light, respectively. Furthermore, the optical control approach characterized by said optical element consisting of the optical responsibility constituent containing at least one kind of an anthraquinone derivative expressed with the naphthoquinone derivative and/or the following formula [5] which are expressed with either of [4] from the following formula [1].

## [Formula 1]



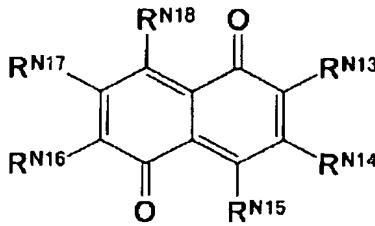
(It is under [ formula [1] ] setting. RN1 thru/or RN6) respectively -- the [ a hydrogen atom and ] -- the compound of IV group element (C, Si, germanium, Sn, Pb) -- the [ the compound of the Vth group element (N, P As, Sb, Bi) and ] -- the compound of VI group element (O, S, Se, Te, Po) -- the [ or ] -- the univalent substituent drawn from a VII group element (F, Cl, Br, I) -- expressing -- these substituents -- mutual -- difference -- a case and the case where two adjoining substituents join together mutually and form a ring are included.

## [Formula 2]



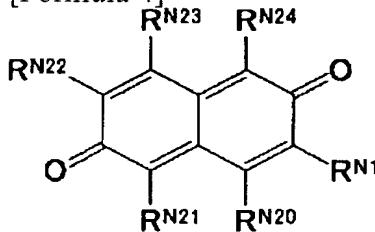
(RN7 thru/or RN12 are [ be / it / under / formula [2] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

## [Formula 3]



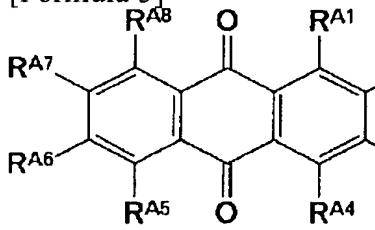
(RN13 thru/or RN18 are [ be / it / under / formula [3] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Formula 4]



(RN19 thru/or RN24 are [ be / it / under / formula [4] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Formula 5]



(RA1 thru/or RA8 are [ be / it / under / formula [5] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Claim 2] The optical control approach characterized by making said control light and said signal light spread by the same optical path substantially in said optical element in the optical control approach according to claim 1.

[Claim 3] The optical control approach characterized by classifying and taking out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation among the signal light bundle of rays to emit in the optical control approach according to claim 1 or 2 after penetrating said optical element.

[Claim 4] The optical control approach characterized by classifying and taking out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation by taking out the signal light bundle of rays to emit in the include-angle range (angular aperture) smaller than the emission include angle of said signal light bundle of rays in the optical control approach according to claim 1 or 2 after penetrating said optical element.

[Claim 5] Claims 1-4 either in the optical control approach of a publication, by changing the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light. The optical control approach characterized by choosing and taking out one of the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element decreases, and the optical responses to which the reinforcement of the appearance of said signal light increases by the exposure of said control light.

[Claim 6] Claims 1-5 are the optical control approaches characterized by using the optical cel which said optical responsibility constituent is a liquid, and was filled up with said liquefied light responsibility constituent in the optical control approach of a publication as said optical element either.

[Claim 7] The optical control approach which is the optical control approach according to claim 6, and is characterized by said liquefied light responsibility constituent containing a volatile solvent.

[Claim 8] The control light of the wavelength to which said optical element induces the optical element which consists of an optical responsibility constituent is irradiated. Control light is an optical control unit

used for the optical control approach of performing said signal luminous-intensity modulation and/or luminous-density modulation which penetrate said optical element by making the permeability and/or refractive index of signal light in a different wavelength band fluctuating reversibly. So that it may have the convergence means as which said control light and said signal light are completed respectively and the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light which it converged, and said signal light is the highest may overlap mutually. The optical path of said control light and said signal light is arranged, respectively. And said optical element It is arranged in the location where the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light which it converged, and said signal light is the highest overlap mutually. Furthermore, the optical control unit characterized by said optical element consisting of the optical responsibility constituent containing at least one kind of an anthraquinone derivative expressed with the naphthoquinone derivative and/or the aforementioned formula [5] which are expressed with either of [4] from the aforementioned formula [1].

[Claim 9] The optical control unit characterized by having further optical-path arrangement which said control light and said signal light spread by the same optical path substantially in said optical element in an optical control unit according to claim 8.

[Claim 10] The optical control unit characterized by having the means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation among the signal light bundle of rays to emit in an optical control unit according to claim 8 or 9 after penetrating said optical element.

[Claim 11] The optical control unit characterized by using the convergence means of numerical aperture smaller than the numerical aperture of the convergence means used when completing said signal light to said optical element and carrying out incidence to it as a means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation in an optical control unit according to claim 10.

[Claim 12] The optical control unit characterized by using a diaphragm as a means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation in an optical control unit according to claim 10.

[Claim 13] Claims 8-12 either by having a migration means to change the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light, in the optical control unit of a publication, and using said migration means By changing the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light The optical control unit characterized by choosing and taking out one of the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element decreases, and the optical responses to which the reinforcement of the appearance of said signal light increases by the exposure of said control light.

[Claim 14] Claims 8-13 are the optical control units characterized by having a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said optical element in the optical control unit of a publication either.

[Claim 15] Claims 8-14 are the optical control units characterized by using the optical cel which said optical responsibility constituent is a liquid, and was filled up with said liquefied optical responsibility constituent in the optical control unit of a publication as said optical element either.

[Claim 16] The optical control unit characterized by said liquefied light responsibility constituent containing a volatile solvent in an optical control unit according to claim 15.

[Claim 17] Claims 8-16 either Said convergence means as which said control light and said signal light are respectively completed in the optical control unit of a publication, and/ Or the inside of the signal light bundle of rays emitted after penetrating said optical responsibility constituent in said optical element, The means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation, and/ Or the optical control unit with which a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said optical responsibility constituent in said optical element is characterized by having the structure included in said optical element.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical control approach and the optical control unit using the optical element which consists of a useful optical responsibility constituent in the field of optoelectronics, such as optical communication and optical information processing, and photonics.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the field of the optoelectronics which paid its attention to the multiplicity of light , and high density nature for the purpose of ultra high-speed signal transduction and processing , and photonics , researches and developments of the light and the optical control approach which be going to modulate luminous intensity ( amplitude ) or a frequency ( wavelength ) be briskly further using change of the permeability and the refractive index which be cause in the optical element which processed and created the optical material or the optical constituent by irradiate light , without use an electronic circuitry technique . Moreover, when it is going to perform a juxtaposition optical logical operation and an image processing taking advantage of the description of light, as for an optical intensity-distribution change etc., the "space optical modulator" for performing a certain modulation is very important for the cross section of a light beam (bundle of rays), and application of light and the optical control approach is expected also here.

[0003] As a phenomenon in which the application to light and the optical control approach is expected, nonlinear optical effects, such as saturable absorption, nonlinear refraction, and a photorefractive effect, and a photochromic phenomenon attract attention widely.

[0004] On the other hand, the phenomenon of newly causing light absorption in the second different wavelength band from the first wavelength band is also known without being accompanied by change of the molecular structure, and the molecule excited with the light of the first wavelength band can call this "excitation state absorption", "induction absorption", or "transient absorption."

[0005] As an example which tried application of excitation state absorption, at least two kinds of beams of light with which wavelength differs to the solution or solid-state which included the porphyrin system compound and the electron acceptor in JP,53-137884,A are irradiated, for example, and the optical conversion approach that the information which the beam of light of one wavelength has by this exposure is moved to the wavelength of the beam of light of another side is indicated. moreover -- JP,55-100503,A and JP,55-108603,A -- the spectrum between the ground states and excitation states of organic compounds, such as a porphyrin derivative, -- the difference of a spectrum is used and the liquid core mold optical fiber of functionality which chooses propagation light corresponding to a time change of excitation light is indicated. Moreover, the plastic optical fiber which contains in a core organic compounds, such as a porphyrin derivative which has the absorption corresponding to the transition to the triplet state of a high order further from the triplet state excited by light, is indicated by JP,63-89805,A. Moreover, after irradiating the light of the first wavelength at JP,63-236013,A at the crystal of cyanine dye, such as KURIPUTO cyanine, and carrying out optical pumping of the molecule, the light of the second different wavelength from the first wavelength is irradiated at said molecule, and an optoelectronic device which switches transparency or reflection of the second of the light of wavelength according to the optical-pumping condition by the light of the first wavelength is indicated. Moreover, the light of the first and the second wavelength is irradiated at the light modulation medium which distributed photoinduced-electron-transfer matter, such as a porphyrin derivative, in the matrix material, and a lightwave signal modulation medium which carries out light modulation using the difference of the absorption spectrum between the excitation states and ground states of a molecule is indicated by JP,64-73326,A.

[0006] As a configuration of the optical equipment used with these conventional technique JP,55-100503,A, JP,55-108603,A, And an equipment configuration which twists around the perimeter of the light source (for example, flash lamp) of excitation light the optical fiber which propagation light spreads is indicated by JP,63-89805,A. Rather, without making JP,53-137884,A and JP,64-73326,A converge the light which is equivalent to control light from a direction different from the optical path of signal light on the whole part which has spread the light equivalent to the signal light inside an optical responsibility optical element with the means of a projector lens etc. An equipment configuration which it is made to emit and is irradiated is indicated.

[0007] However, in the above conventional techniques, since need the optical power of high density very much in order to cause permeability change or refractive-index change (optical response) of magnitude which is sufficient for practical use, or the response to an optical exposure is slow or the endurance of an optical response ingredient is low, the present condition is that what results in practical use is not yet obtained.

[0008] These people canceled the technical problem which the above-mentioned conventional technique has, and applied for the patent (Japanese Patent Application No. 7-25618, 8-151133, 8-239314) about the optical control approach and an optical control unit which pull out the optical response of sufficient magnitude and a rate from the optical element of optical responsibility by the lowest possible optical power, and the patent (Japanese Patent Application No. 7-58413, 7-58414) about an optical responsibility ingredient.

[0009]

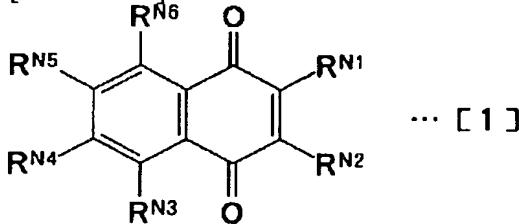
[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention solves the above-mentioned technical problem, and aims at offering the optical control approach and the optical control unit for obtaining an optical response with sufficient repeatability in sufficient magnitude.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 1 The control light of the wavelength to which said optical element induces the optical element which consists of an optical responsibility constituent is irradiated. In the optical control approach of performing said signal luminous-intensity modulation and/or luminous-density modulation which penetrate said optical element by changing reversibly the permeability and/or refractive index of signal light in a different wavelength band from control light So that said control light and said signal light are completed respectively, it may irradiate to said optical element and the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light and said signal light is the highest may overlap mutually in said optical element It is the optical control approach which has arranged the optical path of said control light and said signal light, respectively. Furthermore, said optical element is characterized by consisting of the optical responsibility constituent containing at least one kind of an anthraquinone derivative expressed with the naphthoquinone derivative and/or the following formula [5] which are expressed with either of [4] from the following formula [1].

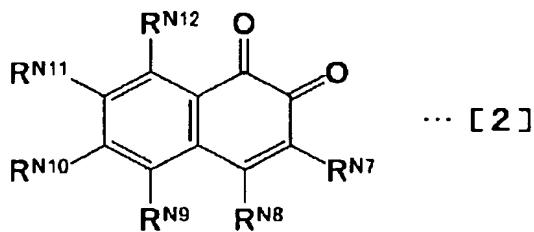
[0011]

[Formula 6]



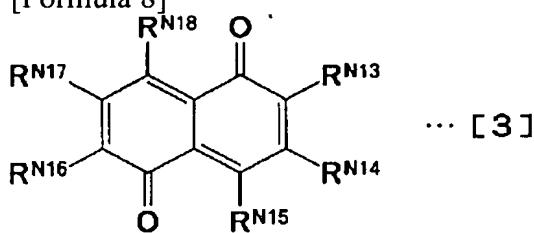
(It is under [ formula [1] ] setting. RN1 thru/ or RN6) respectively -- the [ a hydrogen atom and ] -- the compound of IV group element (C, Si, germanium, Sn, Pb) -- the [ the compound of the Vth group element (N, P As, Sb, Bi) and ] -- the compound of VI group element (O, S, Se, Te, Po) -- the [ or ] -- the univalent substituent drawn from a VII group element (F, Cl, Br, I) -- expressing -- these substituents -- mutual -- difference -- a case and the case where two adjoining substituents join together mutually and form a ring are included.

[Formula 7]



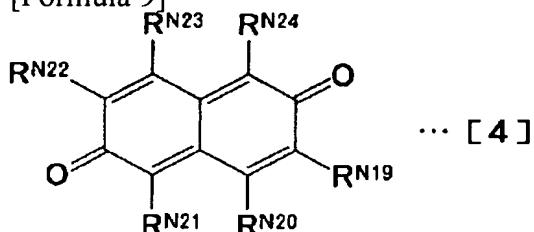
(RN7 thru/or RN12 are [ be / it / under / formula [2] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Formula 8]



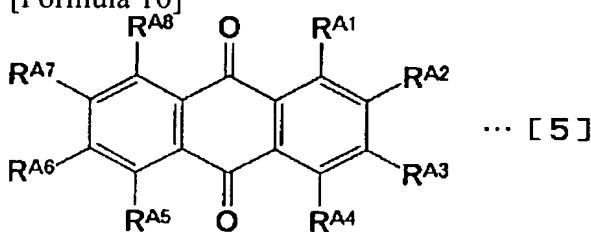
(RN13 thru/or RN18 are [ be / it / under / formula [3] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Formula 9]



(RN19 thru/or RN24 are [ be / it / under / formula [4] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

[Formula 10]



(RA1 thru/or RA8 are [ be / it / under / formula [5] / setting ] synonymous with RN1 in a formula [1] thru/or RN6.)

the aforementioned formula [1] thru/or [5] -- setting -- the -- the example of the univalent substituent (RN1 RN24 and RA1 thru/or RA8) drawn from the compound of IV group element (C, Si, germanium, Sn, Pb) For example, a methyl group, an ethyl group, a propyl group, an isopropyl group, a cyclo propyl group, n-butyl, tert-butyl, n-pentyl radical, a cyclopentylic group, To a cyclohexyl radical, n-hexyl group, and n-, a PUCHIRU radical, a neopentyl radical, n-octyl radical, an iso octyl radical, n-nonyl radical, n-decyl group, n-undecyl radical, n-dodecyl, n-octadecyl radical, a vinyl group, 2-propenyl radical, Benzyl, a phenyl group, a biphenyl radical, a naphthyl group, an anthryl radical, 2, 4-dimethoxy phenyl group, a pyridyl radical, a methoxy group, an ethoxy radical, An n-butoxy radical, n-pentoxy radical, an n-hexyloxy radical, n-heptoxy radical, n-octyloxy radical, n-nonyloxy radical, an n-decyloxy radical, n-undecyloxy radical, n-dodecyloxy radical, n-octadecyloxy radical, A benzyloxy radical, a phenoxy group, an acetyl group, a methoxycarbonyl group, Benzoyl, a carboxyl group (-COOH), a carbamoyl group (-CONH<sub>2</sub>), It is the univalent radical drawn from the others, the aromatic hydrocarbon, or the heterocyclic compound which is a cyano group, a trimethylsilyl radical, a dimethylphenyl silyl radical, a trimethylsiloxy radical, a trimethyl gel mill radical, a methyl diphenyl gel mill radical, a trimethyl tin machine, a triethyl lead machine, etc. Among these, the

carboxyl group may form the metal salt and may form the metal salt and complex of further others.  
[0012] In the aforementioned formula [1] thru/or [5], the example of the univalent substituent (RN1 RN24 and RA1 thru/or RA8) drawn from the compound of the Vth group element (N, P, As, Sb, Bi) For example, the amino group, a methylamino radical, an ethylamino radical, a propylamino radical, A butylamino radical, a benzylamino radical, a phenylamino radical, 4-phenylazo phenylamino radical, A dimethylamino radical, a diethylamino radical, the methylpropyl amino group, a diphenylamino radical, A dibenzylamino radical, an ethyl phenylamino radical, 4-(dimethylamino) butyl, A 6-(diethylamino) hexyloxy radical, an acetylamino radical, a benzoylamino radical, They are N-methyl acetylamino radical, a cyclohexylamino radical, a pyridyl radical, a piperidino radical, a piperidyl radical, a morpholino radical, a diphenyl FOSUFINIRU radical, a diphenyl ARUSHINIRU radical, a diphenyl SUCHIBINIRU radical, a diphenyl screw whip nil radical, etc. A permutation and the unsubstituted amino group may form the acid and the salt among these.

[0013] the aforementioned formula [1] thru/or [5] -- setting -- the -- the example of the univalent substituent (RN1 RN24 and RA1 thru/or RA8) drawn from the compound of VI group element (O, S, Se, Te, Po) For example, a hydroxyl group (hydroxy group), a methoxy group, an ethoxy radical, an n-butoxy radical, n-pentoxy radical, an n-hexyloxy radical, n-heptoxy radical, n-octyloxy radical, n-nonyloxy radical, an n-decyloxy radical, n-undecyloxy radical, n-dodecyloxy radical, n-octadecyloxy radical, a benzyloxy radical, A phenoxy group, a sulphydryl group, a methylthio radical, an ethyl thio radical, a phenylthio radical, A benzyl thio radical, 2-furil radical, 2-thiophenyl radical, a 2-seleno phenyl group, They are 2-TERURO phenyl group, a benzyl sulfinyl group (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>SO-), a phenyl sulfonyl radical (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>-), a sulfenic-acid radical (-SOH), a sulfinic-acid radical (-SO<sub>2</sub>H), a sulfonic group (-SO<sub>3</sub>H), a selenonic acid radical (-SeO<sub>3</sub>H), etc. Among these, a phenolic hydroxyl group and the residue of an acid may form the metal salt, and may form the metal salt and complex of further others. Moreover, the residue of an acid may form an amine salt or ammonium salt.

[0014] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 2 is characterized by making said control light and said signal light spread by the same optical path substantially in said optical element in the optical control approach according to claim 1.

[0015] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 3 is characterized by classifying and taking out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation among the signal light bundle of rays to emit in the optical control approach according to claim 1 or 2, after penetrating said optical element.

[0016] In this case, since especially the amount of [ of a signal light bundle of rays ] core tends to receive a modulation, in order to converge the signal light bundle of rays to emit, when using a light-receiving lens, it is usually suitable to make the medial axis of a light-receiving lens in agreement with the medial axis of a signal light bundle of rays.

[0017] In order to attain the above-mentioned purpose, moreover, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 4 In the optical control approach according to claim 1 or 2, after penetrating said optical element, the signal light bundle of rays to emit by taking out in the include-angle range (angular aperture) smaller than the emission include angle of said signal light bundle of rays It is characterized by classifying and taking out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation.

[0018] In order to attain the above-mentioned purpose, moreover, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 5 Claims 1-4 either in the optical control approach of a publication, by changing the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light It is characterized by choosing and taking out one of the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element decreases, and the optical responses to which the reinforcement of the appearance of said signal light increases by the exposure of said control light.

[0019] moreover, the optical control approach which starts invention of this application according to claim 6 in order to attain the above-mentioned purpose -- either of claims 1-5 -- in the optical control approach of a publication, it is characterized by using the optical cel which said optical responsibility constituent is a liquid, and was filled up with said liquefied light responsibility constituent as said optical element.

[0020] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control approach concerning invention of this application according to claim 7 is the optical control approach according to claim 6, and is

characterized by said liquefied light responsibility constituent containing a volatile solvent.

[0021] In order to attain the above-mentioned purpose, moreover, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 8 The control light of the wavelength to which said optical element induces the optical element which consists of an optical responsibility constituent is irradiated. Control light is an optical control unit used for the optical control approach of performing said signal luminous-intensity modulation and/or luminous-density modulation which penetrate said optical element by making the permeability and/or refractive index of signal light in a different wavelength band fluctuating reversibly. So that it may have the convergence means as which said control light and said signal light are completed respectively and the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light which it converged, and said signal light is the highest may overlap mutually The optical path of said control light and said signal light is arranged, respectively. And said optical element It is arranged in the location where the fields where the photon density near [ each ] the focus of said control light which it converged, and said signal light is the highest overlap mutually. Furthermore, said optical element is characterized by consisting of the optical responsibility constituent containing at least one kind of an anthraquinone derivative expressed with the naphthoquinone derivative and/or the aforementioned formula [5] which are expressed with either of [4] from the aforementioned formula [1].

[0022] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 9 is characterized by having further optical-path arrangement which said control light and said signal light spread by the same optical path substantially in said optical element in an optical control unit according to claim 8.

[0023] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 10 is characterized by having the means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation among the signal light bundle of rayses to emit in an optical control unit according to claim 8 or 9, after penetrating said optical element.

[0024] Moreover, the optical control unit which applies to invention of this application according to claim 11 in order to attain the above-mentioned purpose is characterized in an optical control unit according to claim 10 by to use the convergence means of numerical aperture smaller than the numerical aperture of the convergence means used when completing said signal light to said optical element and carrying out incidence to it as a means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation.

[0025] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 12 is characterized by using a diaphragm in an optical control unit according to claim 10 as a means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation.

[0026] In order to attain the above-mentioned purpose, moreover, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 13 Claims 8-12 either by having a migration means to change the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light, in the optical control unit of a publication, and using said migration means By changing the physical relationship of each focal location and said optical element of said control light and said signal light It is characterized by choosing and taking out one of the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element decreases, and the optical responses to which the reinforcement of the appearance of said signal light increases by the exposure of said control light.

[0027] moreover, the optical control unit applied to invention of this application according to claim 14 in order to attain the above-mentioned purpose -- either of claims 8-13 -- in the optical control unit of a publication, it is characterized by having a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said optical element.

[0028] moreover, the optical control unit applied to invention of this application according to claim 15 in order to attain the above-mentioned purpose -- either of claims 8-14 -- in the optical control unit of a publication, it is characterized by using the optical cel which said optical responsibility constituent is a liquid, and was filled up with said liquefied optical responsibility constituent as said optical element.

[0029] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, the optical control unit concerning invention of this application according to claim 16 is characterized by said liquefied light responsibility constituent containing a volatile solvent in an optical control unit according to claim 15.

[0030] In order to attain the above-mentioned target, moreover, the optical control unit concerning invention

of this application according to claim 17 Claims 8-16 either Said convergence means as which said control light and said signal light are respectively completed in the optical control unit of a publication, and/ Or the inside of the signal light bundle of rays emitted after penetrating said optical responsibility constituent in said optical element, The means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation, and/ Or a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said optical responsibility constituent in said optical element is characterized by having the structure included in said optical element.

[0031] According to the purpose of use, a suitable combination can be selected and used for the optical responsibility constituent used by the optical control approach of this invention [which an optical responsibility constituent, the wavelength band of signal light, and the wavelength band of control light should put together], the wavelength band of signal light, and the wavelength band of control light as such combination.

[0032] What is necessary is to determine the wavelength thru/or the wavelength band of signal light according to the purpose of use, and just to select the combination of the wavelength of the optimal optical responsibility constituent for controlling this, and control light first as a concrete configuration procedure, for example. Or what is necessary is just to select the optical responsibility constituent suitable for this combination, after determining the combination of the wavelength of signal light and control light according to the purpose of use.

[0033] About the optical path length of the signal light which spreads the inside of the presentation of the optical responsibility constituent used by this invention, and the optical element which consists of said optical responsibility constituent, and control light, it can set up as such combination on the basis of the permeability of the control light which penetrates an optical element, and signal light. For example, the concentration of the component which absorbs control light or signal light at least among the presentations of an optical responsibility constituent can be determined first, and the optical path length of the signal light which spreads the inside of an optical element so that the permeability of the control light which penetrates an optical element, and signal light may subsequently become a specific value, and control light can be set up. Or first, after setting the optical path length as a specific value if needed for example, on an equipment design, the presentation of an optical responsibility constituent can be adjusted so that the permeability of the control light which penetrates an optical element, and signal light may become a specific value.

[0034] The value of the permeability of the control light which penetrates an optical element, and signal light with it is as being shown below, respectively. [ optimal / although this invention aims at offering the optical control approach and an optical control unit which pull out the optical response of magnitude sufficient by the lowest possible optical power and a rate from the optical element of optical responsibility / in order to attain this purpose ]

[0035] In the optical control approach and the optical control unit of this invention, performing the concentration of the light absorption component in an optical responsibility constituent and control of an existence condition, and a setup of the optical path length so that the permeability of the control light which spreads an optical element may become at most 90% or less is recommended.

[0036] Here, when it is going to use the optical response of the direction where the permeability of signal light decreases by the exposure of control light, in the condition of not irradiating control light, performing the concentration of the light absorption component in an optical responsibility constituent and control of an existence condition, and a setup of the optical path length so that the permeability of the signal light which spreads an optical element may become at least 10% or more is recommended.

[0037] The optical element used by [naphthoquinone or anthraquinone derivative] this invention consists of the optical responsibility constituent which dissolves or distributed the naphthoquinone or the anthraquinone derivative in the matrix material.

[0038] As a naphthoquinone or an anthraquinone derivative, a thing well-known as coloring matter, such as a disperse dye, a vat dyeing color, acid dye, or a pigment, can be used.

[0039] It illustrates from drawing 1 to drawing 60 by making the example of said naphthoquinone or an anthraquinone derivative into a chemical formula. The example of a 1,4-naphthoquinone derivative expressed with the aforementioned formula [1] namely, to drawing 1 thru/or 15 The example of the 1,2-naphthoquinone derivative expressed with the aforementioned formula [2] to drawing 16 The example of 1 and 5-naphthoquinone derivative expressed with the aforementioned formula [3] to drawing 17 The example of a 9,10-anthraquinone derivative expressed with the aforementioned formula [5] to drawing 18 again in the example of 2 and 6-naphthoquinone derivative expressed with the aforementioned formula [4] is

illustrated as a chemical formula to drawing 19 thru/or 60.

[0040] In this invention, it is independent about these naphthoquinones or an anthraquinone derivative, or two or more kinds can be mixed and used.

[0041] In [optical responsibility constituent] this invention, the thing of a solid-state, a vitreous state, or a rubbery state and the thing of a liquid condition can be used in a service temperature field as said optical responsibility constituent.

[0042] In addition, in the range which does not cause trouble to the function, the optical responsibility constituent used by this invention may contain an anti-oxidant well-known as an accessory constituent, an ultraviolet ray absorbent, a singlet oxygen quencher, a distributed assistant, etc. in order to raise workability or to raise the stability and endurance as an optical element.

[0043] In [light responsibility constituent of solid-state, vitreous state, or rubbery state] this invention, what dissolved or distributed an aforementioned naphthoquinone or an aforementioned anthraquinone derivative in the matrix material of a solid-state, a vitreous state, or a rubbery state as an optical responsibility constituent of a solid-state, a vitreous state, or a rubbery state can be used.

[0044] The matrix material of the solid-state which can be used by this invention, a vitreous state, or a rubbery state can use the thing of arbitration, if satisfied with the wavelength field of the light used with the optical control system of (1) this invention of the conditions that the naphthoquinone or anthraquinone derivative used by that permeability is high and (2) this inventions can be dissolved or distributed with sufficient stability, and that the gestalt as (3) optical elements can be kept good [ stability ].

[0045] As a matrix material of an inorganic system, the low-melting-glass ingredient created with the so-called sol gel process can be used, for example.

[0046] Moreover, various organic polymeric materials can be used as a matrix material of an organic system. As the example, polystyrene, Pori (alpha methyl styrene), The poly indene, Pori (4-methyl-1-pentene), polyvinyl pyridine, A polyvinyl formal, a polyvinyl acetal, a polyvinyl butyral, Polyvinyl acetate, polyvinyl alcohol, a polyvinyl chloride, a polyvinylidene chloride, Polyvinyl methyl ether, polyvinyl ethyl ether, polyvinyl benzyl ether, A polyvinyl methyl ketone, Pori (N-vinylcarbazole), poly(N-vinylpyrrolidone), Polymethylacrylate, polyacrylic acid ethyl, polyacrylic acid, a polyacrylonitrile, A polymethyl methacrylate, polymethacrylic acid ethyl, polymethacrylic acid butyl, Polymethacrylic acid benzyl, polymethacrylic acid cyclohexyl, polymethacrylic acid, A polymethacrylic acid amide, the poly methacrylonitrile, the poly acetaldehyde, The poly trichloroacetic aldehyde, polyethylene oxide, polypropylene oxide, Polyethylene terephthalate, polybutylene terephthalate, and polycarbonates (bisphenols + carbonic acid) Pori (diethylene-glycol bisallyl carbonate), 6-nylon, 6 and 6-nylon, 12-nylon, 6, 12-nylon, Pori aspartic-acid ethyl, Polyglutamic acid ethyl, the poly lysine, polyproline, Pori (gamma-benzyl-L-glutamate), Methyl cellulose, ethyl cellulose, benzyl cellulose, hydroxyethyl cellulose, Hydroxypropylcellulose, an acetyl cellulose, cellulose triacetate, Cel low SUTORI butyrate, alkyd resin (phthalic anhydride + glycerol), Fatty-acid modified alkyd resin (fatty-acid + phthalic anhydride + glycerol), an unsaturated polyester resin (maleic-anhydride + phthalic anhydride + propylene glycol), An epoxy resin (bisphenols + epichlorohydrin), polyurethane resin, Organic polysilane, such as resin, such as phenol resin, a urea-resin, melamine resin, xylene resin, a toluene resin, and guanamine resin, and Pori (phenyl methylsilane), the organic poly germane, and these copolymerization and copolycondensation objects are mentioned. Moreover, a carbon disulfide, carbon tetrafluoride, ethylbenzene, perfluoro benzene, a perfluoro cyclohexane, or trimethylchlorosilane can use in usual the high molecular compound which carried out the plasma polymerization of the compound without polymerization nature, and obtained it.

[0047] Furthermore, what it combines as a copolymerization monomeric unit together as a bridge formation radical, and combined the residue of said naphthoquinone or an anthraquinone derivative as a polymerization initiation end as a side chain of a monomeric unit can also be used for these organic high molecular compounds as a matrix material.

[0048] An approach well-known for dissolving or distributing a naphthoquinone or an anthraquinone derivative into these matrix materials can be used. For example, after dissolving a naphthoquinone or an anthraquinone derivative, and a matrix material into a common solvent and mixing, How to form a matrix material, since a naphthoquinone or an anthraquinone derivative is dissolved or distributed to the raw material solution of the inorganic system matrix material manufactured with the approach of evaporating a solvent and removing, and a sol gel process, Into the monomer of an organic macromolecule system matrix material, a solvent is used if needed. Since a naphthoquinone or an anthraquinone derivative is dissolved or distributed, this monomer A polymerization thru/or the approach of making carry out a polycondensation and forming a matrix material, A naphthoquinone or an anthraquinone derivative, and the solution that

dissolved the organic macromolecule system matrix material into the common solvent After both a naphthoquinone or an anthraquinone derivative, and a thermoplastic organic macromolecule system matrix material trickle into an insoluble solvent, it carries out produced precipitate a \*\* exception and dries, the approach of heating and melting processing it, chemical vapor deposition, the sputtering method, etc. can be used suitably. Although it is known that the special meeting object which is made to condense a coloring matter molecule and is generally called "H meeting object", "J meeting object", etc. with devising the combination and the processing approach of coloring matter and a matrix material can be made to form, the naphthoquinone or anthraquinone derivative molecule in a matrix material may be used on the conditions which form such a state of aggregation or a meeting condition.

[0049] In [liquefied responsibility optical constituent] this invention, the dissolution or the thing which carried out colloidal dispersion can be used for an aforementioned naphthoquinone or an aforementioned anthraquinone derivative into a liquefied matrix material as a liquefied optical responsibility constituent.

[0050] The liquefied matrix material which can be used by this invention (1) Permeability is [ that it is a liquid in service temperature and/or a pressure field, ] high in the wavelength field of the light used with the optical control system of (2) this inventions, (3) A naphthoquinone or an anthraquinone derivative used by this invention with sufficient stability Colloidal dispersion can be carried out [ the dissolution or ], (4) The thing of arbitration can be used if the conditions that the presentation as an optical responsibility constituent can be kept good [ stability ] are satisfied.

[0051] As a liquefied matrix material of an inorganic system, water, water glass (thick water solution of an alkali silicate), aqueous ammonia, a sodium-hydroxide water solution, a potassium-hydroxide water solution, a hydrochloric acid, a sulfuric acid, a nitric acid, an aqua regia, a chlorosulfonic acid, methansulfonic acid, trifluoro methansulfonic acid, polyphosphoric acid, etc. can be used, for example.

[0052] Moreover, as a liquefied matrix material of an organic system, various organic solvents and liquefied organic polymeric materials can be used.

[0053] As an volatile organic solvent, specifically A methanol, ethanol, Isopropyl alcohol, n-butanol, amyl alcohol, a cyclohexanol, Alcohols, such as benzyl alcohol, ethylene glycol, a diethylene glycol, Polyhydric alcohol, such as a glycerol, ethyl acetate, n-butyl acetate, Ester, such as amyl acetate and isopropyl acetate, an acetone, a methyl ethyl ketone, Ketones, such as methyl isobutyl ketone and a cyclohexanone, diethylether, Dibutyl ether, methoxy ethanol, ethoxy ethanol, butoxy ethanol, Ether, such as carbitol, a tetrahydrofuran, 1,4-dioxane, Cyclic ether, such as 1 and 3-dioxolane, dichloromethane, chloroform, A carbon tetrachloride, 1,2-dichloroethane, 1,1,2-trichloroethane, Halogenated hydrocarbon, such as trichlene, bromoform, dibromomethane, and diiodomethane Benzene, toluene, a xylene, a chlorobenzene, o-dichlorobenzene, Aromatic hydrocarbon, such as a nitrobenzene, an anisole, and alpha-chloronaphthalene Aliphatic hydrocarbon, such as n pentane, n-hexane, n-heptane, and a cyclohexane Amides, such as N.N-dimethylformamide, N,N-dimethylacetamide, and hexamethylphosphoric triamide Urea derivatives, such as cyclic amide, such as N-methyl pyrrolidone, tetramethylurea, and 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone Carbonates, such as sulfoxides, such as dimethyl sulfoxide, ethylene carbonate, and propylene carbonate Nitril, such as an acetonitrile, propionitrile, and a benzonitrile Nitrogen-containing heterocyclic compounds, such as a pyridine and a quinoline, triethylamine, Solvents, such as nitromethane besides organic acids, such as amines, such as triethanolamine, diethylamino alcohol, and an aniline, chloroacetic acid, trichloroacetic acid, trifluoroacetic acid, and an acetic acid, a carbon disulfide, and a sulfolane, can be used.

[0054] The thing of two or more classes may be mixed and used for these solvents again.

[0055] The dissolution or an approach well-known for carrying out colloidal dispersion can be used for a naphthoquinone or an anthraquinone derivative into these liquefied matrix materials. For example, the approach of dissolving a naphthoquinone or an anthraquinone derivative in an organic solvent or water glass, After dissolving a naphthoquinone or an anthraquinone derivative, and a nonvolatile and liquefied matrix material into a common volatile solvent and mixing, Into the raw material monomer of the approach of evaporating a solvent and removing, and a liquefied organic macromolecule system matrix material Since a solvent is used if needed and a naphthoquinone or an anthraquinone derivative is dissolved or distributed, this monomer A polymerization thru/or the approach of making carry out a polycondensation and forming a liquefied matrix material, How to make the ultrafine particle of a naphthoquinone or an anthraquinone derivative form in a liquefied matrix material, The approach of carrying out uptake of the ultrafine particle manufactured by gaseous-phase methods, such as chemical vapor deposition, the sputtering method, and an evaporation method in inert gas, into a liquefied matrix material using a dispersant if needed etc. can be used suitably. Although it is known that the special meeting object which is made to condense a coloring matter molecule and is generally called "H meeting object", "J meeting object", etc. with devising the combination

and the processing approach of coloring matter and a liquefied matrix material can be made to form, the naphthoquinone or anthraquinone derivative molecule in a liquefied matrix material may be used on the conditions which form such a state of aggregation or a meeting condition.

[0056] In [optical element] this invention, the optical responsibility constituent of a solid-state, a vitreous state, or a rubbery state is used, being processed into the optical element of a suitable gestalt. You may use it combining optical materials, such as optical glass, quartz glass, and organic glass, in that case.

[0057] The gestalt of the optical element used by this invention can be suitably chosen according to the configuration of the optical control device of this invention from the shape of a thin film, a thick film, tabular, the letter of a block, cylindrical, a semicircle column, and the square pole, and the triangle pole, and a convex lens, and a concave lens, and a micro-lens array, and a fiber, the shape of a micro channel array, an optical waveguide mold, etc. The creation approach of the optical element used by this invention is selected by arbitration according to the gestalt of an optical element, and the class of optical responsibility constituent to be used, and a well-known approach can be used for it.

[0058] For example, what is necessary is to carry out coating of the solution which dissolved the matrix material of a naphthoquinone or an anthraquinone derivative and a solid-state, a vitreous state, or a rubbery state for example, on a glass plate by coating methods, such as the applying method, the blade coat method, the roll coat method, a spin coat method, a dipping method, and a spray method, or just to print by print processes, such as the Taira version, letterpress, an intaglio, a mimeograph, a screen, and an imprint, when manufacturing a thin film-like optical element from the optical responsibility constituent of solid-state, a vitreous state, or a rubbery state. In this case, the inorganic system matrix material creation approach by the sol gel process can also be used.

[0059] For example, when the organic macromolecule system matrix material to be used is thermoplasticity, even if it uses hot pressing (JP,4-99609,A) and the extending method, a thin film thru/or a thick-film-like membrane type optical element can be created.

[0060] When creating the optical element of the shape of tabular, the letter of a block, cylindrical, a semicircle column, and the square pole, and the triangle pole, and a convex lens, and a concave lens, and a micro-lens array, a naphthoquinone or an anthraquinone derivative can be fabricated by the casting method or the reaction injection mold method using what was dissolved or distributed to the raw material monomer of an organic macromolecule system matrix material. Moreover, when using a thermoplastic organic macromolecule system matrix material, since heating melting of the pellet or powder which dissolved or distributed the naphthoquinone or the anthraquinone derivative is carried out, you may process it by the injection-molding method.

[0061] A fiber-like optical element For example, the approach of carrying out melting extension and fiberizing the quartz glass which doped the metal ion, [ whether the thing which made the raw material monomer of an organic macromolecule system matrix material dissolve or distribute a naphthoquinone or an anthraquinone derivative is slushed into glass capillary tube tubing, and ] Or the approach of carrying out the polymerization of what was sucked up by capillarity, Or after extending the cylinder of the thermoplastic organic macromolecule system matrix material which dissolves or distributed the naphthoquinone or the anthraquinone derivative, and the so-called preforming heating and in the shape of yarn to temperature higher than glass transition temperature, it can create by the approach of cooling etc.

[0062] Since many optical elements of the shape of a fiber created as mentioned above are bundled and it pastes up thru/or processes [ welding ], the optical element of a micro channel array mold can also be created by slicing to a thin film integrated circuit thru/or tabular.

[0063] The optical element of a waveguide mold can be created by the approach of etching the approach of carrying out a polymerization, or the thin film-like optical element formed on the substrate, and forming a "core" pattern, after slushing the thing which made the raw material monomer of an organic macromolecule system matrix material dissolve or distribute a naphthoquinone or an anthraquinone derivative into the slot created for example, on the substrate, and subsequently forming a "clad" by the matrix material which does not contain a naphthoquinone or an anthraquinone derivative.

[0064] The convergence means for completing said control light and said signal light in this invention, and/ Or the inside of the signal light bundle of rays emitted after penetrating said optical responsibility constituent in said optical element, The means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation, and/ Or the optical element of the integral construction which built into said optical element a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said

optical responsibility constituent in said optical element can be used.

[0065] In [optical cel] this invention, when said optical responsibility constituent is a liquid, the optical cel filled up with said liquefied light responsibility constituent is used as said optical element.

[0066] The function to hold an optical responsibility constituent with the liquefied optical cel used by this invention, And it has the function which gives a gestalt effectually to a liquefied optical responsibility constituent. Furthermore, after penetrating the function to converge, to receive the signal light and control light which are irradiated, and to make said signal light and said control light spread to said optical responsibility constituent, and said optical responsibility constituent, it has the function which is made to spread said signal light to emit and carries out outgoing radiation.

[0067] The gestalt of the optical cel used by this invention is divided roughly into an external gestalt and internal morphology.

[0068] According to the configuration of the optical control unit of this invention, as for the external gestalt of an optical cel, the thing of configurations, such as the shape of the shape of the shape of tabular and a rectangular parallelepiped, cylindrical, a semicircle column, and the square pole and the triangle pole, is used.

[0069] It is the gestalt of the cavity for being filled up with the internal morphology of an optical cel, i.e., an optical responsibility constituent, and a gestalt is effectually given to a liquefied optical responsibility constituent. Specifically according to the configuration of the optical control unit of this invention, the internal morphology of an optical cel can be suitably chosen from the shape of the shape of the shape of the shape of a thin film, a thick film, tabular, and a rectangular parallelepiped, cylindrical, a semicircle column, and the square pole, and the triangle pole, and a convex lens, and a concave lens etc.

[0070] The thing of arbitration can be used for the configuration and the quality of the material of an optical cel if the following requirements are satisfied.

[0071] (1) Above external gestalten and internal morphology are maintainable to a precision in a service condition.

[0072] (2) It is inactive to an optical responsibility constituent.

[0073] (3) The presentation change by stripping, transparency, and osmosis of many components which constitute an optical responsibility constituent can be prevented.

[0074] (4) It can bar deteriorating, when an optical responsibility constituent reacts with the compound which exists in operating environments, such as oxygen and water.

[0075] In addition, what is necessary is to restrict the function to prevent presentation change and degradation of an optical responsibility constituent among the above-mentioned requirements within the limits of the service life as an optical element, and just to be able to demonstrate it.

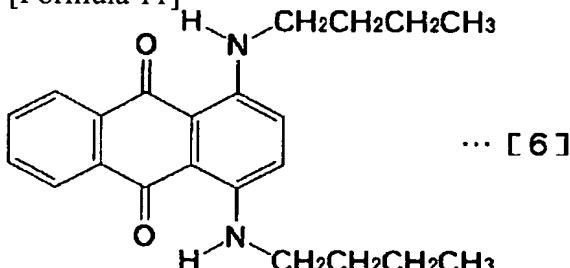
[0076]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0077] [Operation gestalt 1] The outline configuration of the optical control unit of this operation gestalt is shown in drawing 61. Such an optical equipment configuration and arrangement can be suitably used, when using a fiber mold optical element (not shown) besides in the case of using the membrane type optical element 8 so that it may illustrate to drawing 61 and using optical elements, such as an optical waveguide mold (not shown) and a micro channel array mold (not shown), and also when using the optical cel filled up with the liquefied optical responsibility constituent (operation gestalt 3 reference).

[0078] Here, the membrane type optical element 8 can be created in the following procedures. Namely, the anthraquinone derivative expressed with the following formula [6] (trivial name solvent blue 35)

[Formula 11]



: After carrying out precipitate (an anthraquinone pigment and mixture of a polymer) which deposited in addition the \*\* exception and washing with water, 3.31mg having reached, having dissolved

polymethacrylic acid 2-hydroxypropyl:1996.7mg in acetone:200ml, and stirring into water:1000ml, it dried under reduced pressure and ground. Heating was continued for the mixed powder of the anthraquinone pigment and polymer which were obtained for two days at 40 degrees C under the ultra-high vacuum of less than 10 - 5Pa, volatile components, such as a residual solvent, were removed completely, and the powder of an optical responsibility constituent was obtained. 20mg of this powder was inserted between slide glass (1.150mm in 25mmx76mmx thickness), and cover glass (0.150mm in 18mmx18mmx thickness), it heated at 150 degrees C under the vacuum, and the film (120 micrometers of thickness) of an anthraquinone pigment/polymer was created between slide glass/cover glass using the approach (vacuum hot pressing) of sticking the glass plate of two sheets by pressure. In addition, the coloring matter concentration in an anthraquinone pigment / polymer film is 5.0x10 to 3 mol/l., when the consistency of coloring matter / polymer mixture is calculated as 1.06.

[0079] The permeability of this film was 84% on the wavelength (780nm) of signal light 0.8% in the wavelength (633nm) of control light.

[0080] The optical control unit of this invention which illustrates an outline to drawing 61 consists of the light source 1 of control light, the light source 2 of signal light, ND filter 3, a shutter 4, the transflective mirror 5, the photomixing machine 6, a condenser lens 7, the membrane type optical element 8, the light-receiving lens 9, the wavelength selection transparency filter 20, diaphragm 19, photodetectors 11 and 22, and an oscilloscope 100. Among these optical elements thru/or an optic, the light source 1 of control light, the light source 2 of signal light, the photomixing machine 6, a condenser lens 7, the membrane type optical element 8, the light-receiving lens 9, and the wavelength selection transparency filter 20 are indispensable equipment configuration elements, in order to enforce the optical control approach of this invention by the equipment configuration of drawing 61. In addition, ND filter 3, a shutter 4, the transflective mirror 5, and diaphragm 19 are established if needed, and although it is unnecessary in order for photodetectors 11 and 22 and an oscilloscope 100 to enforce [ and ] the optical control approach of this invention, it is used as an electronic instrument for checking actuation of optical control if needed.

[0081] Next, the description of each component and actuation are explained.

[0082] Laser equipment is suitably used for the light source 1 of control light. The oscillation wavelength and output are suitably chosen according to the wavelength of the target signal [ approach / of this invention / optical / control ] light, and the response characteristic of an optical responsibility constituent to be used. There is especially no limit about the method of laser oscillation, and the thing of the format of arbitration can be used according to an oscillation wavelength band, an output, economical efficiency, etc. Moreover, after carrying out wavelength conversion of the light of the laser light source by the nonlinear optical element, you may use it. Specifically, solid state laser, such as gas laser, such as an Ar ion laser (oscillation wavelength 457.9 thru/or 514.5nm) and a helium neon laser (633nm), ruby laser, and Nd:YAG laser, dye laser, semiconductor laser, etc. can be used suitably. Not only the coherent light from the laser light source but non-coherent light can also be used for the light source 2 of signal light. Moreover, by the light filter or the monochromator, wavelength selection of the continuous spectrum light from a tungsten filament lamp besides [ which gives the homogeneous light ] the light source, a metal halide lamp, the xenon discharge tubes, etc., such as laser equipment, light emitting diode, and the neon discharge tube, may be made, and it may be used.

[0083] According to the purpose of use, a suitable combination is selected as such combination, and the optical responsibility constituent used by the optical control approach of this invention, the wavelength band of signal light, and the wavelength band of control light are used. An operation gestalt is explained about the case where the combination of the membrane type optical element 8 which consists of a helium neon laser (Gaussian beam with an oscillation wavelength [ of 633nm ] and a beam diameter of 2mm) and the aforementioned optical responsibility constituent as the light source 2 of signal light as the light source 1 of semiconductor laser (Gaussian beam with a diameter [ after the oscillation wavelength of 780nm, the continuous-oscillation output of 6mW, and beam plastic surgery ] of about 8mm) and control light is used hereafter.

[0084] Although ND filter 3 is not necessarily required, since the optical reinforcement of control light is fluctuated, in examining the optical response engine performance of the optical element used by this invention, in order to avoid that the laser light of power high beyond the need carries out incidence to the optic which constitutes equipment, or an optical element, it is useful. With this operation gestalt, some kinds of ND filters were exchanged and used for the latter purpose.

[0085] A shutter 4 is not an equipment configuration element indispensable when it is used in order to blink this in the shape of a pulse, and enforcing the optical control approach of this invention, when continuous

wave laser is used as a control light. That is, the light source 1 of control light is the laser which carries out a pulse oscillation, and when it is the light source of the format which can control the pulse width and oscillation spacing, or when using the laser light by which pulse modulation was beforehand carried out with the suitable means as the light source 1, it is not necessary to form a shutter 4.

[0086] When using a shutter 4, the actuation rate of the shutter itself is taken into consideration, the thing of arbitration can be used as the format, for example, an optical chopper and mechanical shutter, a liquid crystal shutter, an optical Kerr effect shutter, a pockels cell, an acoustooptics (AO) modulator, etc. can be used, choosing them timely.

[0087] In this operation gestalt, in examining an operation of the optical control approach of this invention, the transflective mirror 5 can be used in order to always estimate the optical reinforcement of control light, and optical split ratio can set it as arbitration.

[0088] Photodetectors 11 and 22 are used in order to detect electrically the situation of change of the optical reinforcement by the light and optical control of this invention and to verify it, and in order to examine the function of the optical element of this invention. The format of photodetectors 11 and 22 is arbitrary, it can be chosen timely, and it can use [ the speed of response of the detector itself can be taken into consideration ] it, for example, can use a photo-multiplier, a photodiode, a photo transistor, etc.

[0089] It can act to the others and the A-D converter which are an oscilloscope 100 etc. as the monitor of the light-receiving signal of said photodetectors 11 and 22 with the combination (not shown) of a computer.

[0090] In using in order to adjust the optical path of the control light which spreads the inside of said optical element, and signal light, and carrying out the optical control approach and the optical control unit of this invention, the photomixing machine 6 is one of the important equipment configuration elements. Either a polarization beam splitter an unpolarized light beam splitter or a dichroic mirror can be used, and it can be set as arbitration also about optical split ratio.

[0091] A condenser lens 7 is for completing the signal light and control light which were adjusted as a convergence means common to signal light and control light so that an optical path might become the same, and irradiating to said optical element, and is one of the equipment configuration elements indispensable to operation of the optical control approach of this invention, and an optical control unit. About the specification of the focal distance of a condenser lens, numerical aperture, an F value, a lens configuration, a lens surface coat, etc., the thing of arbitration can be used suitably.

[0092] With this operation gestalt, the objective lens for microscopes of the scale factor of 40 times, the focal distance of 5mm, and numerical aperture 0.65 was used as a condenser lens 7.

[0093] By converging, irradiating to an optical element 8, and using the lens of numerical aperture smaller than the numerical aperture of said condenser lens 7, as shown in this operation gestalt although it is a means for returning the signal light and control light which have been penetrated to parallel and/or a convergence beam, in sufficient magnitude, intensity modulation and/or the signal light by which the luminous density modulation was carried out can be classified with sufficient repeatability, and the light-receiving lens 9 can take it out. With this operation gestalt, the microscope lens of one 20 times the scale factor of this and numerical aperture 0.4 was used as a light-receiving lens 9. Namely, by making numerical aperture of the light-receiving lens 9 smaller than the numerical aperture of a condenser lens 7, it becomes possible to classify and take out the flux of light of the field which received intensity modulation and/or a luminous-density modulation strongly among the flux of lights of signal light, and the signal light which received the modulation in sufficient magnitude can be detected now with sufficient repeatability. Of course, even if lens numerical aperture is large, it cannot be overemphasized that diaphragm 19 may be put in, or incidence may be carried out to a photodetector 22 by the core of the flux of light, and numerical aperture may be substantially made small. Moreover, it is also possible to use a concave mirror instead of a condenser lens 7 and the light-receiving lens 9 so that it may state later (operation gestalt 4 reference).

[0094] The wavelength selection transparency filter 20 is one of the indispensable equipment configuration elements, in order to enforce the optical control approach of this invention by the equipment configuration of drawing 61, and it is used as one of the means for taking out only signal light from a mixed light of the signal light which has spread the same optical path in said optical element, and control light.

[0095] As a means for separating the signal light and control light from which wavelength differs, prism, a diffraction grating, a dichroic mirror, etc. can be used for others.

[0096] As a wavelength selection transparency filter 20 used by the equipment configuration of drawing 61, the light of the wavelength band of control light is intercepted completely, and on the other hand, if it is the wavelength selection transparency filter which can penetrate the light of the wavelength band of signal light efficiently, the thing of well-known arbitration can be used. For example, plastics and glass which were

colored with coloring matter, the glass which prepared the dielectric multilayer vacuum evaporationo film in the front face can be used.

[0097] In the optical equipment of drawing 61 which consists of the above components, by adjusting permeability, the light beam of the control light by which outgoing radiation was carried out from the light source 1 passes ND filter 3 for adjusting transmitted light reinforcement, passes the shutter 4 for subsequently to blinking control light in the shape of a pulse, and is divided by the transflective mirror 5.

[0098] A part of control light divided in the transflective mirror 5 is received by the photodetector 11. Here, if putting out lights and the light source 1 are turned on for the light source 2, the relation between the optical reinforcement in the light beam exposure location to an optical element 8 and the signal strength of a photodetector 11 is beforehand measured in the condition of having opened the shutter 4 wide and the calibration curve is created, it will become possible to always estimate the optical reinforcement of the control light which carries out incidence to an optical element 8 from the signal strength of a photodetector 11. With this operation gestalt, the power of the control light which carries out incidence to the membrane type optical element 8 was adjusted in 0.5mW thru/or 25mW by ND filter 3.

[0099] The control light divided and reflected in the transflective mirror 5 passes along the photomixing machine 6 and a condenser lens 7, and it converges on an optical element 8 and it is irradiated. After the light beam of the control light which passed the membrane type optical element 8 passes the light-receiving lens 9, it is intercepted with the wavelength selection transparency filter 20.

[0100] It is mixed so that the light beam of the signal light by which outgoing radiation was carried out from the light source 2 may spread the same optical path as control light with said photomixing vessel 6, it goes via a condenser lens 7, the membrane type optical element 8 completes and irradiates, and after the light which passed the component passes the diaphragm 19 established if needed after penetrating the light-receiving lens 9 and the wavelength selection transparency filter 20, it is received with a photodetector 22.

[0101] The optical control approach of this invention was enforced using the optical equipment of drawing 61, and a change on the strength [ optical ] as shown in drawing 62 and drawing 63 was observed. In drawing 62 and drawing 63, 111 is the light-receiving signal of a photodetector 11, and 222 and 223 are the light-receiving signals of a photodetector 22. The difference in case 223 is obtained with the case where the light-receiving signal 222 of a photodetector 22 is acquired is as follows.

[0102] Although incidence of control light and the signal light is converged and carried out to the membrane type optical element 8 in equipment arrangement of drawing 61, if the location (focus Fc) where a convergence beam diameter serves as min is set as the place (incidence side of light) near the condenser lens 7 of the membrane type optical element 8, the optical response 222 of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element 8 decreases will be observed. On the other hand, if the location (focus Fc) where a convergence beam diameter serves as min is set as the place (outgoing radiation side of light) near the light-receiving lens 9 of the membrane type optical element 8, the optical response 223 of the direction where the reinforcement of the appearance of said signal light which penetrated said optical element 8 increases will be observed.

[0103] It has not solved about the detail of the device which such an optical response produces, and current and the thing which originates in permeability, a refractive index, etc. of an optical responsibility constituent changing with the exposures of control light although it is under examination wholeheartedly are conjectured.

[0104] As an approach of changing the focal location of control light and signal light which it converged by the same optical path here, and the physical relationship of an optical element For example, the stand which established the jogging device with a precision screw, the stand which formed the piezoelectric-device actuator, Or attach the membrane type optical element 8, and make it move as mentioned above onto the stand which formed the ultrasonic actuator, and also The large thing of the nonlinear-refractive-index effectiveness can be used for the quality of the material of a condenser lens 7, and the approach of changing the power density of a control light pulse and changing a focal location, the method of using for the quality of the material of a condenser lens 7 what has a large coefficient of thermal expansion, changing temperature with heating apparatus, and changing a focal location, etc. can be used.

[0105] The optical control approach of this invention was enforced using the optical equipment of drawing 61, and a change on the strength [ optical ] as shown in drawing 62 and drawing 63 was observed. The detail is as stating below.

[0106] First, the light beam of control light and the light beam of signal light are Focus Fc in the same field of the membrane type optical element 8 interior or near. The optical path from each light source, the photomixing machine 6, and the condenser lens 7 were adjusted so that it might connect. In addition, the

optical element has been arranged to sense in which signal light and control light carry out incidence from the cover glass side of said membrane type optical element 8 and which carries out outgoing radiation from a slide glass substrate side. Subsequently, the function of the wavelength selection transparency filter 20 was checked. That is, where the light source 2 is switched off, when the light source 1 was turned on and a shutter 4 was opened and closed, it checked that a response did not arise at all in a photodetector 22.

[0107] In addition, in changing the physical relationship of the convergence beam diameter minimum location (focus Fc) and the membrane type optical element 8, the approach shown below was used. That is, the location of the membrane type optical element 8 attached in the stand which established the jogging device with a precision screw was moved in the direction of an optical axis, with spacing (d78+d89) of a condenser lens 7 and the light-receiving lens 9 fixed, the distance of the membrane type optical element 8 and a condenser lens 7 was changed, and the physical relationship of the focal location of the control light which it converged by the same optical path, and signal light, and the membrane type optical element 8 was changed.

[0108] It is said focus Fc first. The case where it installs in the condenser lens 7 side of the membrane type optical element 8 is described. the wave of control light in this case -- the response waveform 222 of the signal light to 111 is shown in drawing 62 .

[0109] Where a shutter 4 is closed, the light source 1 of control light is turned on, and subsequently it is time of day t1. When it set, the light source 2 was turned on and signal light was irradiated to the optical element 8, the signal strength of a photodetector 22 increased from level C to level A.

[0110] Time of day t2 It set and the shutter 4 was opened wide, and when control light was converged and irradiated to the same optical path as the signal light of the optical element 8 interior having spread, the signal strength of a photodetector 22 decreased from level A to level B. That is, the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of signal light decreases was observed. The response time of this change was less than 2 microseconds.

[0111] Time of day t3 When it set, the shutter 4 was closed and the control light exposure to an optical element 8 was stopped, the signal strength of a photodetector 22 returned to level A from level B. The response time of this change was less than 3 microseconds.

[0112] Time of day t4 It sets, a shutter 4 is opened wide and, subsequently it is time of day t5. When set and closed, the signal strength of a photodetector 22 decreased from level A to level B, and, subsequently returned to level A.

[0113] Time of day t6 When it set and the light source 2 was switched off, the output of a photodetector 22 declined and returned to level C.

[0114] Subsequently, said focus Fc The case where it installs in the light-receiving lens 9 side of the membrane type optical element 8 is described. the wave of control light in this case -- the response waveform 223 of the signal light to 111 is shown in drawing 63 .

[0115] Where a shutter 4 is closed, the light source 1 of control light is turned on, and subsequently it is time of day t1. When it set, the light source 2 was turned on and signal light was irradiated to the optical element 8, the signal strength of a photodetector 22 increased from level C to level A.

[0116] Time of day t2 It set and the shutter 4 was opened wide, and when control light was converged and irradiated to the same optical path as the signal light of the optical element 8 interior having spread, the signal strength of a photodetector 22 increased from level A to level D. That is, the optical response of the direction where the reinforcement of the appearance of signal light increases was observed. The response time of this change was less than 2 microseconds.

[0117] Time of day t3 When it set, the shutter 4 was closed and the control light exposure to an optical element 8 was stopped, the signal strength of a photodetector 22 returned to level A from level D. The response time of this change was less than 3 microseconds.

[0118] Time of day t4 It sets, a shutter 4 is opened wide and, subsequently it is time of day t5. When set and closed, the signal strength of a photodetector 22 increased from level A to level D, and, subsequently returned to level A.

[0119] Time of day t6 When it set and the light source 2 was switched off, the output of a photodetector 22 declined and returned to level C.

[0120] When were collected above and time amount change of the optical reinforcement expressed with a wave as shows control light to 111 of drawing 62 or drawing 63 was given and irradiated to the membrane type optical element 8, the output wave of the photodetector 22 in which it acts as the monitor of the optical reinforcement of signal light, and it is shown changed reversibly corresponding to time amount change of the optical reinforcement of control light, as shown in 223 of 222 or drawing 63 of drawing 62 . That is, it

was checked controlling transparency of signal light by increase and decrease or intermittence of control light of optical reinforcement (light and optical control), i.e., controlling light by light, or that light can be modulated with light (light and light modulation).

[0121] In addition, extent of change of the optical reinforcement of the signal light corresponding to intermittence of the light of control is value deltaT [unit %] defined below using the output levels A, B, and C of the aforementioned photodetector 22, or value deltaT' [unit %] defined below using A, C, and D.

[Equation 1]  $\text{deltaT} = 100 [(A-B)/(A-C)]$

$\text{deltaT}' = 100 [(D-A)/(A-C)]$

It can compare "Be alike" quantitatively. The output level of the photodetector 22 when the output level of the photodetector 22 at the time of turning on the light source 2 of signal light here after A had intercepted control light, and B and D irradiate signal light and control light at coincidence, and C are the output levels of the photodetector 22 in the condition of having switched off the light source 2 of signal light.

[0122] In the upper example, when incidence power of control light was set to 20mW, the membrane type optical element 8 was moved and the sense and magnitude of an optical response of signal light were investigated, the maximum of magnitude deltaT' of a response of the sense which, as for the maximum of magnitude deltaT of a response of the sense to which signal light reinforcement decreases, the signal light reinforcement of 84% and appearance increases was 35%.

[0123] By changing the physical relationship of the location (focus Fc) where a convergence beam diameter serves as min as mentioned above, and the membrane type optical element 8, the sense of an optical response of signal light can be reversed and the response of the direction where the reinforcement of the appearance of signal light decreases, or the increasing direction can be obtained. In order to investigate the device which such an optical response change produces, change of the optical intensity distribution in the signal light beam cross section which happens when optical control is performed was measured. Namely, the light-receiving lens 9 is changed into the thing of bigger numerical aperture (for example, 0.75) than the numerical aperture (it is 0.65 in the case of this operation gestalt) of a condenser lens 7 in the equipment of drawing 61. Remove drawing 19 and an optical intensity-distribution measuring instrument (drawing 64) is installed instead of a photodetector 22. All the bundle of rayses that penetrated the membrane type optical element 8 were received and completed with the light-receiving lens 9, incidence was carried out to the light sensing portion 31 (effective diameter of 4mm) of said optical intensity-distribution measuring instrument, and the optical intensity distribution of a signal light bundle-of-rays cross section were measured. A measurement result is shown in drawing 65, and 66 and 67. As an optical intensity-distribution measuring instrument is shown in drawing 64, the first slit 32 with a width of face of 1mm is formed to a light sensing portion 31 (effective diameter of 4mm) here. In the die-length direction of the first slit, i.e., drawing 64, to the sense of Point X to the point Y It is equipment which move the second slit 33 with a width of face of 25 micrometers with constant speed, and the luminous intensity which passed the aperture of the rectangle which is 1mmx25micrometer which the slit of two sheets makes is made to correspond to the migration location of said aperture, and is measured. What is necessary is just to record the output of the detector which received the light which passed said aperture on the storage oscilloscope synchronized with the passing speed of the second slit 33, in order to make it correspond to the migration location of said aperture and to measure optical reinforcement. Drawing 65, and 66 and 67 show the optical intensity distribution about the light beam cross section of the signal light recorded on the storage oscilloscope as mentioned above, and an axis of abscissa (location in a light beam cross section) corresponds to the location of the direction of Point X to the point Y of drawing 64, and an axis of ordinate expresses optical reinforcement.

[0124] Drawing 65 is the optical intensity distribution of said signal light beam cross section when control light does not carry out incidence to the membrane type optical element 8 but only signal light carries out incidence. The optical intensity distribution in this case are distribution (in general "Gaussian distribution") in which reinforcement becomes weaker as the reinforcement for a core is strong and goes on the outskirts.

[0125] Drawing 66 is the optical intensity distribution of the signal light beam cross section when irradiating control light in the conditions on which the optical response 222 of the sense to which apparent signal light reinforcement decreases is observed, when a convergence beam diameter sets the location (focus Fc) used as min as the place (incidence side of light) near the condenser lens 7 of the membrane type optical element 8 and irradiates control light. The optical reinforcement for a core of the optical intensity distribution in this case is weak, and they are the distribution to which optical reinforcement increases on the outskirts. Zero are approached as the optical reinforcement of the core of a signal light beam cross section decreases depending on the physical relationship of control light reinforcement and the membrane type optical element 8, and a focus and its control light reinforcement increases. Therefore, if only a part for the core of a signal light

beam is taken out in this case and apparent signal light reinforcement is measured, corresponding to intermittence of control light, the optical response 222 of the sense to which signal luminous intensity decreases can be taken out in sufficient magnitude.

[0126] Drawing 67 is the optical intensity distribution of the signal light beam cross section when irradiating control light in the conditions on which the optical response 223 of the sense to which apparent signal light reinforcement increases is observed, when a convergence beam diameter sets the location (focus Fc) used as min as the place (outgoing radiation side of light) near the light-receiving lens 9 of the membrane type optical element 8 and irradiates control light. In this case, the optical reinforcement for a core is stronger than the optical reinforcement for a core when not irradiating control light (drawing 65). In this case, although the optical reinforcement of the core of a signal light beam cross section depends for control light reinforcement and the membrane type optical element 8 on the relation of a focal location, it reaches also several times at the time of a control \*\*\*\* exposure. Therefore, if only a part for the core of a signal light beam is taken out in this case and apparent signal light reinforcement is measured, corresponding to intermittence of control light, the optical response 223 of the sense to which signal luminous intensity increases can be taken out in sufficient magnitude.

[0127] The optical intensity modulation (optical response) of the signal light by intermittence of control light is the core of a signal light beam (flux of light) cross section, and the above experiment shows having occurred greatly especially. Therefore, when numerical aperture of the light-receiving lens 9 is made larger than the numerical aperture of a condenser lens 7, it supplements with all the signal light that penetrated the optical element 8 contrary to the main point of this invention and light is received with a photodetector, the optical response detected will become remarkably small compared with the case of this invention. Moreover, noise components other than the part which received the light modulation by control light in the photodetector will be incorporated, and a S/N ratio will get remarkably bad.

[0128] [Example 1 of a comparison] Used only polymethacrylic acid 2-hydroxypropyl, without using the anthraquinone pigment expressed with the aforementioned formula [6], and also a matrix material independent thin film (120 micrometers of thickness) is created like the operation gestalt 1. Although the evaluation trial of an optical response was performed like the operation gestalt 1 about this thin film, even if intermittent in the light of control light (wavelength of 633nm), the optical reinforcement of signal light (wavelength of 780nm) did not change at all. That is, it was checked in a matrix material independent that an optical response is not observed at all. Therefore, the optical response of originate [ in said anthraquinone pigment which exists in said optical element ] observed with the operation gestalt 1 is clear.

[0129] [Operation gestalt 2] In order to enlarge an optical response in the optical control approach and the optical control unit of this invention, complete respectively said control light and said signal light, and it irradiates to said optical element. And although what is necessary is just to arrange the optical path of said control light and said signal light, respectively so that the fields where the photon density near each focus of said control light and said signal light is the highest may overlap mutually in said optical element It is desirable to make signal light and control light spread by the same optical path substantially for that purpose. In addition, focus Fc at the time of making it converge by aperture angle 2theta with a condenser lens 7 etc., when it is the Gaussian beam from which the amplitude distribution of the electric field of said control light and said signal light is Gaussian distribution The situation of the bundle of rays in near and a wave front 30 is shown in drawing 68 . Here, it is 0 the diameter of 2omega of the Gaussian beam of wavelength lambda. The location omega 0 which becomes min, i.e., the radius of a beam waist, It is expressed with the following formula.

[0130]

[Equation 2]  $\omega_0 = \lambda / (\pi \cdot \theta)$

For example, radius omega 0 of the beam waist when converging control light with a wavelength [ of 633nm ], and a beam diameter of 2mm with the condenser lens (the focal distance of 5mm, numerical aperture 0.65) used with the operation gestalt 1 Radius omega 0 of the beam waist when converging similarly 1.02 micrometers of signal light with a wavelength [ of 780nm ], and a beam diameter of 8mm It is calculated with 0.368 micrometers (almost diffraction limitation).

[0131] As shown in drawing 69 , that signal light and control light can consider "It is the same optical path substantially" has the mutually parallel optical axis of :1 control light which is the following cases, and signal light. In the optical path L02 (radius r2) of control light, for example, a cross section, the optical path of signal light, For example, when a cross section L+1, L01, or L-1 (radius r1; r1 <= r2) laps and spreads, 2) The optical axis of control light and signal light is mutually parallel. In the optical path L02 (radius r2) of signal light, for example, a cross section, the optical path of control light, For example, when a cross section

L+1, L01, or L-1 (radius  $r_1; r_1 \leq r_2$ ) laps and spreads, 3) When the optical axis of control light and signal light are parallel (the distance  $l+1$  between optical axis, l-1, or  $l+1+l-1$ ) mutually and the optical path of control light also of either a cross section L+1, L01 or L-1 and the optical path of signal light is either a cross section L+1, L01 or L-1.

[0132] The data of Table 1 are set to the equipment of the operation gestalt 1 as an example. As a condenser lens 7 The objective lens for microscopes of numerical aperture 0.65 is used. As a light-receiving lens 9 The location (focus) where a convergence beam diameter serves as min is set as the place (incidence side of light) near the condenser lens 7 of the membrane type optical element 8 using the lens for microscopes of a numerical aperture 0.4. Under the condition on which the optical response 222 of the direction where said signal light which penetrated said optical element decreases is observed, The optical path of signal light is fixed to a cross section L02 (diameter of 8mm), and change of magnitude  $\Delta T$  of signal light and an optical response at the time of carrying out \*\*1.2mm parallel displacement of the optical path (optical axis) of the control light of a cross section L+1, L01, or L-1 (diameter of 2mm) as the distance  $l+1$  between optical axis or l-1 is shown. Although an optical response when the optical axis of signal light and control light is completely in agreement is max, even if the distance  $l+1$  between optical axis or l-1 shifts about \*\*0.6mm, magnitude  $\Delta T$  of an optical response changes about eight points.

[0133] Namely, the optical path of said control light and said signal light is arranged, respectively so that the fields (beam waist) where the photon density near each focus of the signal light which it converged, and control light is the highest may overlap mutually in said optical element. When the optical path of that said optical response becomes max when the overlap of these fields becomes max (i.e., when the optical axis of said control light and said signal light is completely in agreement), said control light, and said signal light was substantially the same, it turned out that an optical, sufficiently big response is obtained.

[0134]

[Table 1]

制御光 (633 nm) の 平行移動距離 $l/\text{mm}$	信号光 (780 nm) の 光応答 $\Delta T/\%$
-1.2	29
-0.9	60
-0.6	77
-0.3	81
0.0	84
+0.3	80
+0.6	76
+0.9	59
+1.2	30

[Operation gestalt 3] In the optical control unit of the operation gestalt 1 as shows an outline configuration to drawing 61, the case where internal morphology fills up with and uses a liquefied optical responsibility constituent for the optical cel 800 or 810 of a thin film mold is explained below instead of the optical element 8 of the membrane type in the operation gestalt 1. In addition, the optical equipment configuration and arrangement like drawing 61 can be suitably used, also when others, the exterior, and internal morphology in case internal morphology uses the optical cel of a thin film mold use optical cels, such as the shape of the shape of tabular and a rectangular parallelepiped, cylindrical, a semicircle column, and the square pole.

[0135] Here, the optical cel of a thin film mold is the thing of the configurations with internal morphology

following, for example.

[0136] (1) The cel 800 (drawing 70) made from optical glass or quartz glass.

[0137] (2) The collapsible optical cel 810 (drawing 71) of a configuration of having held two sheet glass by superposition and the metal frame for immobilization on both sides of a spacer and rubber packing.

[0138] The cel 800 made from optical glass or quartz glass as shown in drawing 70 forms the liquefied light responsibility constituent restoration section 808 with incidence and outgoing radiation side glass 801 and 802, side windshields 803 and 804, and base glass 805. As the glass quality of the material, optical glass, such as soda glass besides quartz glass and borosilicate glass, can be used, and it can manufacture with a well-known glass processing technique. In order to acquire the precision as an optical cel, it is necessary to maintain the smoothness and parallelism of incidence and outgoing radiation side glass 801 and 802 to altitude at the time of glass processing. It fills up with a liquefied optical responsibility constituent through the introductory tubing 806 from an inlet 807. The liquefied light responsibility constituent with which it was filled up in the inlet 807 inserting the plug made from polytetrafluoroethylene (not shown) or by stopping an inlet 807 by glass processing can be sealed into an optical cel, and the functional requirement of the aforementioned optical cel can be filled. The cel 800 made from optical glass or quartz glass can be widely used, in case it is filled up with the liquefied light responsibility constituent using organic [ a large majority of ] and an inorganic matrix material except for the case where the solution which corrodes glass, for example, the liquid of strong-base nature, a hydrofluoric acid, or fluoroboric acid is used. It is useful when using acids, such as a hydrochloric acid, a sulfuric acid, a nitric acid, an aqua regia, a chlorosulfonic acid, methansulfonic acid, trifluoro methansulfonic acid, chloroacetic acid, trichloroacetic acid, trifluoroacetic acid, and an acetic acid, as a matrix material especially.

[0139] The same gestalt as the glass optical cel 800 shown in drawing 70 can be manufactured with transparent plastics (organic glass), such as a polymethyl methacrylate, polystyrene, and a polycarbonate, and can also be used as an optical cel. However, a matrix material needs to care about the way, and the ingredient selection and combination which dissolve this plastics, invade or bend in this case.

[0140] The collapsible optical cel 810 as shown in drawing 71 sandwiches the spacer 814 which formed the liquefied light responsibility constituent restoration section 818 with tabular incidence and outgoing radiation side glass 813 and 815 of two sheets, sandwiches this with fixed frames 811 and 817 through rubber packing 812 and 816, uses a screw (not shown) for the fixed screw holes 824 and 825, and fixes to them. The introductory tubing 822 and 823 attached in the fixed frame 817 leads to the introductory hole 821 prepared in the fixed frame 817, the introductory hole 820 prepared in rubber packing 816, and the introductory hole 819 subsequently to incidence and outgoing radiation side glass 815 prepared, and can introduce a liquefied optical responsibility constituent to the restoration section 818 through these introductory paths. The optical path length who spreads the inside of an optical responsibility constituent when the thickness, i.e., the signal light, and/or control light of the restoration section 818 carry out incidence perpendicularly is determined by the thickness of the spacer 818 at the time of assembly. Since a spacer 814, incidence and outgoing radiation side glass 813 and 815, rubber packing 812 and 815, and fixed frames 811 and 817 contact a liquefied optical responsibility constituent altogether, they need to be the quality of the materials which bear the solubility of a liquefied matrix material, permeability, permeability, and/or corrosive. Specifically, the quality of the material of a spacer 814 has optical glass, quartz glass, polytetrafluoroethylene, isobutylene isoprene rubber, silicone rubber, desirable ethylene-propylene rubber, etc. In order to reconcile precision maintenance of said optical path length and seal nature maintenance of liquid especially, fluorine system polymeric materials, such as polytetrafluoroethylene, are used suitably. As incidence and outgoing radiation side glass 813 and 815, optical glass, such as synthetic sapphire besides quartz glass, soda glass, and borosilicate glass, can be used. Moreover, in the case of the liquid with which said matrix material corrodes inorganic glass, organic glass, such as a polymethyl methacrylate, polystyrene, and a polycarbonate, can also be used. As the quality of the material of rubber packing 812 and 816, isobutylene isoprene rubber, silicone rubber, ethylene-propylene rubber, the fluororesin system rubber that carried out radiation irradiation bridge formation can be used. Fixed frames 811 and 817 can use suitably metal things, such as stainless steel and gold-plated brass.

[0141] The case where what was filled up with the dichloromethane solution (5x10 to 3 mol/l concentration) of the anthraquinone derivative expressed with the cel 800 made from quartz glass hereafter prepared as an optical element 8 so that the thickness (optical path length at the time of carrying out vertical incidence) of a liquefied light responsibility constituent might be set to 100 micrometers by the aforementioned formula [6] as a liquefied optical responsibility constituent is used is explained. The permeability spectrum of the optical element 8 in this case is shown in drawing 72. The permeability of this

optical element 8 was 91% on the wavelength (780nm) of signal light 16% in the wavelength (633nm) of control light.

[0142] This optical element 8 (thin film mold optical cel 800) was attached in the same optical control device as the case of the operation gestalt 1 (drawing 61), and the sense and magnitude of an optical response of signal light corresponding to intermittence of control light were investigated like the case of the operation gestalt 1, changing the physical relationship of the location (focus Fc) where the convergence beam diameter of control light and signal light serves as min, and the membrane type optical element 8. That is, it is semiconductor laser (the oscillation wavelength of 780nm) as the light source 2 of signal light. The Gaussian beam with a diameter [ after the continuous-oscillation output of 6mW, and beam plastic surgery ] of about 8mm It is a helium neon laser (the oscillation wavelength of 633nm) as the light source 1 of control light. One 20 times the scale factor of this The Gaussian beam with a beam diameter of 2mm as a condenser lens 7 Spacing (d78+d89) of a condenser lens 7 and the light-receiving lens 9 has been fixed for the lens for microscopes of numerical aperture 0.4, using the objective lens for microscopes of one 10 times the scale factor of this, and numerical aperture 0.3 as a light-receiving lens 9. The optical cel 800 as an optical element 8 and the distance of a condenser lens 7 were changed, and the physical relationship of the focal location of the control light which it converged by the same optical path, and signal light, and the thin film mold optical cel 800 was changed, and was carried out.

[0143] The maximum of magnitude deltaT' of a response of the sense from which apparent signal light reinforcement increases the maximum of magnitude deltaT of a response of the sense to which signal light reinforcement decreases by 95% was 30% at the time of incidence power 10mW of control light. In addition, when the focal location of control light was put on the incidence close-attendants side of the optical responsibility constituent in an optical cel, control light was irradiated with pulse width longer than 1 ms and power of control light was made larger than 10mW, in the focal location of control light, the dichloromethane of a solvent began ebullition. Since ebullition of a solvent took place very locally, the pressure buildup inside an optical cel was very slight. Moreover, shortly after intercepting control light, ebullition stopped.

[0144] [Example 2 of a comparison] In order to conduct the comparative experiments based on a Prior art, according to description of JP,53-137884,A, JP,63-231424,A, and JP,64-73326,A, optical control was tried using the equipment of a configuration as an outline is shown in drawing 73 . That is, the semiconductor laser light (wavelength of 780nm) from the light source 2 of the signal light which extracted to the solution cel 27 made from a quartz of 1cm of optical path lengths, and let 19 pass was irradiated, and a transmitted light was received with the photodetector 22 via the wavelength selection transparency filter 20, and on the other hand, from the direction which intersects perpendicularly with signal light, the whole optical path of the signal light which penetrates the solution cel 27 was made to diffuse control light using a projector lens 26, and was irradiated. In the equipment configuration of drawing 73 , the role and specification of the light source 1 (wavelength of 633nm) of signal light, ND filter 3, a shutter 4, the transreflective mirror 5, and a photodetector 11 are the same as that of the case of the operation gestalten 1 or 3. In addition, preventing the control light scattered about from the solution cel 27 carrying out incidence of the wavelength selection transparency filter 20 to a photodetector 22, and having used it with the operation gestalten 1 or 3 and the same thing can be used.

[0145] Using the anthraquinone derivative expressed with the aforementioned formula [6] like the operation gestalt 3 as coloring matter, the solution cel 27 was filled up with the dichloromethane solution, and it was examined. About coloring matter concentration, it took into consideration that it was 1cm of 100 times as many optical path lengths as this to 100 micrometers of differences of the optical path length, i.e., the optical path length in the case of the operation gestalt 3, and was set as 1/100 of the concentration in the case of the operation gestalt 3 ( $5.0 \times 10^{-5}$  mol/l), and it adjusted so that it might become equivalent to the case where effectual permeability is the operation gestalt 3. Like the case of the operation gestalt 3, by ND filter 3, the power of the control light which carries out incidence to an optical element (solution cel 27) was adjusted in 0.5mW thru/or 25mW, and control light was blinked using the shutter 4. However, even if it made power of control light into max, the result that the signal luminous intensity which carries out incidence to a photodetector 22 did not change at all was obtained. That is, as long as the power of control light was adjusted in 0.5mW thru/or 25mW, in the equipment configuration and equipment arrangement of drawing 73 , light and optical control were unrealizable.

[0146] [Operation gestalt 4] The outline configuration of the optical control unit of this operation gestalt is shown in drawing 74 . Such an optical equipment configuration and arrangement can be suitably used, when using optical elements other than the membrane type optical element 8 which is illustrated to drawing 74 ,

such as a fiber mold, an optical waveguide mold, and a micro channel array mold, and also when using the optical cel filled up with the liquefied optical responsibility constituent.

[0147] About the light sources 1 and 2, ND filter 3, a shutter 4, photodetectors 11 and 22, the membrane type optical element 8, the wavelength selection transparency filter 20, and the oscilloscope 100, the same thing as the operation gestalt 1 ( drawing 61 ) was used similarly.

[0148] By using a dichroic mirror 21 by arrangement as shown in drawing 74 , while dividing control light and acting as the monitor of the optical reinforcement with a photodetector 11, the optical path of control light and signal light can be piled up, and the required photomixing machine 6 can be omitted by arrangement of drawing 61 . However, in arrangement of drawing 74 , in order to complement wavelength selection transparency and reflection of a dichroic mirror 21, it is desirable to form the wavelength selection transparency filter 10 which signal light is intercepted [ filter ] completely and makes only control light penetrate in front of a photodetector 11. Moreover, in order to avoid that signal light and/or control light have a bad influence on return and light equipment to the light sources 1 and 2, optical isolators 13 and 14 may be formed before the light sources 1 and 2 if needed, respectively.

[0149] As an optical convergence means at the time of completing the signal light and control light which made the optical path in agreement together, and irradiating to the membrane type optical element 8, concave mirrors 15 and 16 can be used in arrangement like drawing 74 instead of a condenser lens 7 and the light-receiving lens 9. Although the problem that a focal distance changes with wavelength strictly arises when using a lens as a convergence means common to signal light and control light, the worries do not exist at a concave mirror.

[0150] The following approaches are employable in order to classify and take out the signal light bundle of rays of the field which received strongly said intensity modulation and/or a luminous-density modulation among the signal light bundle of rayses to emit, after penetrating said optical element in the optical control unit of this invention which is illustrated to drawing 74 .

[0151] (1) How to extract before a photodetector 22 and to prepare 19.

[0152] (2) How to make angular aperture of the concave mirror 16 by the side of light-receiving smaller than the angular aperture of the concave mirror 15 by the side of an exposure.

[0153] (3) How to make small angular aperture of the concave mirror 16 by the side of light-receiving, to extract before a photodetector 22 further, and to prepare 19 rather than the angular aperture of the concave mirror 15 by the side of an exposure.

[0154] In the optical control unit of this invention which is illustrated to drawing 74 , indispensable equipment configuration elements are the light sources 1 and 2, a dichroic mirror 21, the wavelength selection transparency filter 20, concave mirrors 15 and 16, and the membrane type optical element 8. In addition, the beam splitter of polarization or unpolarized light can also be used instead of the dichroic mirror 21 in drawing 74 .

[0155] As a procedure in case equipment as shows the optical control approach of this invention to drawing 74 performs First, the optical path of control light (light source 1) and signal light (light source 2) is in agreement, and it is the common focus Fc. It adjusts so that an optical element 8 may be arranged in a location (beam waist). Subsequently In order to check the function of a dichroic mirror 21 and the wavelength selection transparency filters 10 and 20, When only there being no response in a photodetector 22 when the light sources' 1 and 2 are turned on by turns and only the light source's 1 is turned on (shutter 4 disconnection), and the light source 2 were turned on, it checked that there was no response in a photodetector 11.

[0156] Hereafter, like the case of the operation gestalt 1, the light and the optical control approach using said membrane type optical element 8 were enforced, and the experimental result equivalent to the case of the operation gestalt 1 was obtained.

[0157] [Operation gestalt 5] The outline configuration of the optical control unit of this operation gestalt is shown in drawing 75 . By the equipment configuration illustrated to drawing 61 and drawing 74 , the description is that it is irradiating so that an optical axis may be made in agreement and signal light and control light may be converged with the same focus from an opposite direction by drawing 75 as compared with making signal light and control light irradiate from the same direction to an optical responsibility optical element.

[0158] Such an optical equipment configuration and arrangement can be suitably used, when using optical elements other than the membrane type optical element 8 which is illustrated to drawing 75 , such as a fiber mold, an optical waveguide mold, and a micro channel array mold, and also when using the optical cel filled up with the liquefied optical responsibility constituent.

[0159] In the equipment configuration illustrated to drawing 75, the same thing as the case of the operation gestalt 1 (drawing 61) and/or the operation gestalt 4 (drawing 74) can be similarly used about the light sources 1 and 2, ND filter 3, a shutter 4, a condenser lens 7, the membrane type optical element 8, the wavelength selection transparency filters 10 and 20, photodetectors 11 and 22, optical isolators 13 and 14, and an oscilloscope 100.

[0160] By using the dichroic mirror (23 and 24) of two sheets by arrangement as shown in drawing 75, it can irradiate so that an optical axis may be made in agreement and signal light and control light may be converged with the same focus from an opposite direction. In addition, two condenser lenses 7 serve as a role of a light-receiving lens 9 for returning the control light and signal light which have penetrated the optical element to a collimated beam, respectively.

[0161] In the optical control unit of this invention which is illustrated to drawing 75, indispensable equipment configuration elements are the light source 1 and the dichroic mirror (23 and 24) of 2 or 2 sheets, the wavelength selection transparency filter 10, 20 or 2 condenser lenses 7, and the membrane type optical element 8.

[0162] In addition, polarization or an unpolarized light beam splitter can also be used instead of the dichroic mirror (23 and 24) in drawing 75.

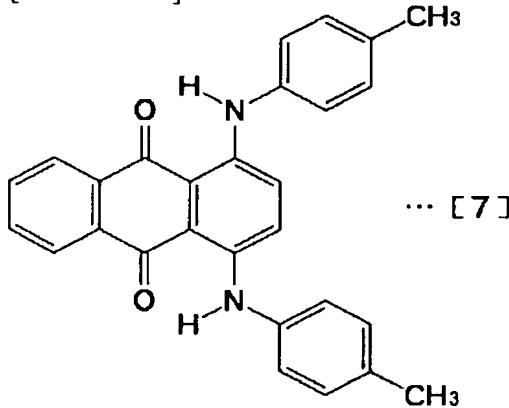
[0163] As a procedure in case equipment as shows the optical control approach of this invention to drawing 75 performs, first, the optical path of control light (light source 1) and signal light (light source 2) is in agreement, and it adjusts so that an optical element 8 may be arranged in a common focal location.

Subsequently In order to check the function of the wavelength selection transparency filters 10 and 20, when only there being no response in a photodetector 22 when the light sources' 1 and 2 are turned on by turns and only the light source's 1 is turned on (shutter 4 disconnection), and the light source 2 were turned on, it checked that there was no response in a photodetector 11.

[0164] Hereafter, like the case of the operation gestalt 1, the light and the optical control approach using said membrane type optical element 8 were enforced, and the experimental result equivalent to the case of the operation gestalt 1 was obtained.

[0165] [Operation gestalt 6] Anthraquinone derivative expressed with the following formula [7] as coloring matter instead of the anthraquinone derivative expressed with the aforementioned formula [6] in the operation gestalt 3 (trivial name solvent Green 3)

[Formula 12]



\*\*\*\*\* and others enforced the optical control approach of this invention like the approach of a publication in the operation gestalt 3, using what filled up the aforementioned cel 800 (100 micrometers of optical path lengths) made from quartz glass with the dichloromethane solution (concentration 5x10<sup>-3</sup> mol/l) of an anthraquinone derivative as a liquefied optical responsibility constituent as a membrane type optical element.

[0166] In addition, the permeability spectrum of this membrane type optical element was as being shown in drawing 76, and permeability was 85% on the wavelength (780nm) of signal light 9.5% in the wavelength (633nm) of control light.

[0167] When the optical control approach of this invention was enforced like the case of the operation gestalt 3, the maximum of magnitude  $\Delta T'$  of a response of the sense which, as for the maximum of magnitude  $\Delta T$  of a response of the sense to which signal light reinforcement decreases, the signal light reinforcement of 85% and appearance increases was 23% at the time of incidence power 5mW of control light. In addition, when the focal location of control light was put on the incidence close-attendants side of

the optical responsibility constituent in an optical cel, control light was irradiated with pulse width longer than 1 ms and power of control light was made larger than 7mW, in the focal location of control light, the dichloromethane of a solvent began ebullition. Since ebullition of a solvent took place very locally, the pressure buildup inside an optical cel was very slight. Moreover, shortly after intercepting control light, ebullition stopped.

[0168]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained to the detail, according to the optical control approach and the optical control unit of this invention, it becomes realizable by making laser light in a visible region into control light to modulate efficiently the signal light in a near infrared ray field in practically sufficient speed of response with very simple optical equipment, for example, without using an electronic circuitry etc. entirely.

[0169] Moreover, the direct modulation of the near infrared ray laser by the visible-ray laser using the optical control approach and the optical control unit of this invention is very useful in an application which carries out direct modulation of the near infrared ray laser which was suitable for making the inside of air spread with the visible-ray laser suitable for making for example, the inside of a polymethylmethacrylate system plastic optical fiber spread. Moreover, it is expected that it is useful when developing a new optical operation method, for example in the field of optical computing.

[0170] Furthermore, according to the optical control approach and the optical control unit of this invention, the optical element which consists of the optical responsibility constituent which dissolves or distributed the naphthoquinone or the anthraquinone derivative in the matrix material as an optical element can be used, and the selection range of the ingredient used for said optical element can be extended, and processing to an optical element can be made easy, and the path of use in the industrial world can be cultivated widely.

[0171] Furthermore, by using it, filling up an optical element with a liquefied optical responsibility constituent, optical dispersion can be made small and the optical equipment in which an optical big response is shown by the smallest possible power can be offered. Moreover, the optical responsibility constituent in an optical element is exchangeable simple. Moreover, even if the coloring matter near the focus of the control light irradiated into the optical responsibility constituent deteriorates, compared with the case where an optical responsibility constituent is not liquefied, a function can be demonstrated according to the mass transfer by diffusion for a long period of time.

[0172] Furthermore, when the control light of excessive power carries out incidence by creating a liquefied light responsibility constituent using an volatile solvent, said solvent boils, a bubble is generated, as a result, control light is intercepted, and it can prevent an optical element receiving damage.

[0173] Said convergence means to complete control light and signal light as an optical element respectively, and/ Or the inside of the signal light bundle of rays emitted after penetrating the optical responsibility constituent in an optical element, The means which classifies and takes out the signal light bundle of rays of the field which received intensity modulation and/or a luminous-density modulation strongly, and/ Or a very simple and compact optical control unit can be offered by incorporating a means to divide into signal light and control light a mixed light of signal light and control light which has penetrated said optical responsibility constituent in an optical element.

---

[Translation done.]

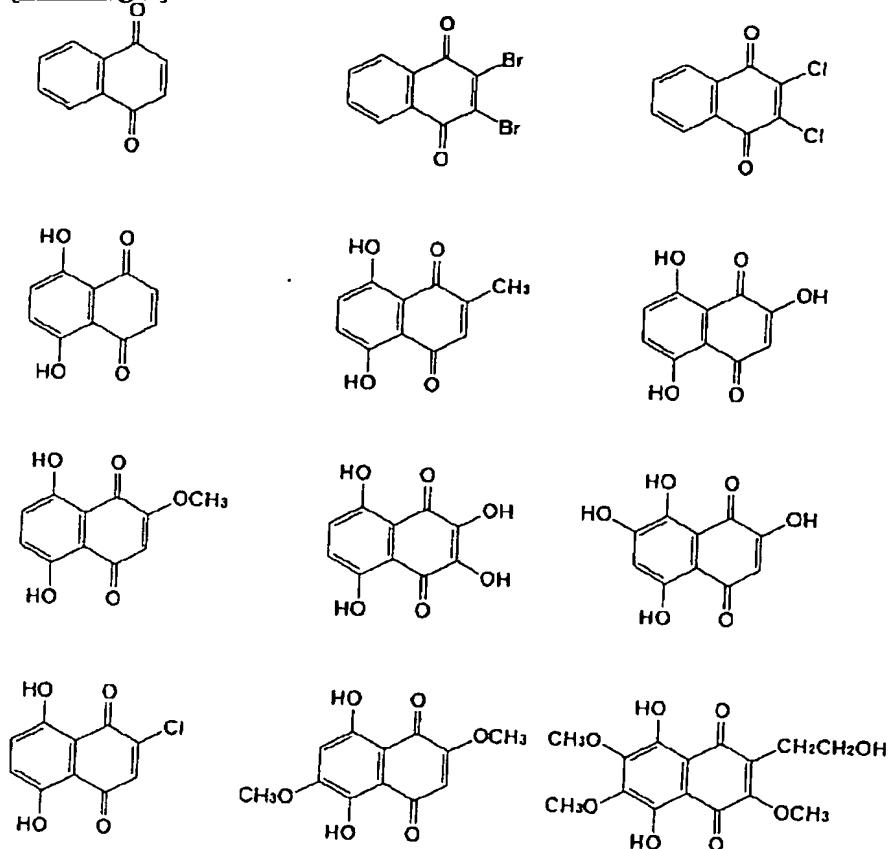
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPD are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

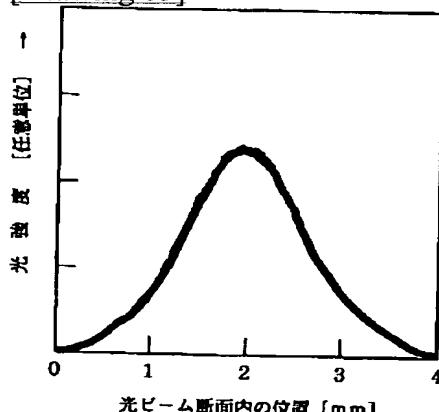
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

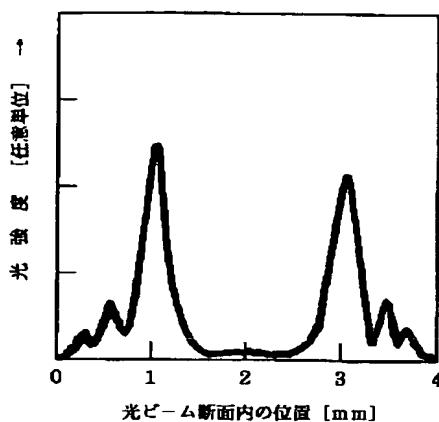
[Drawing 1]



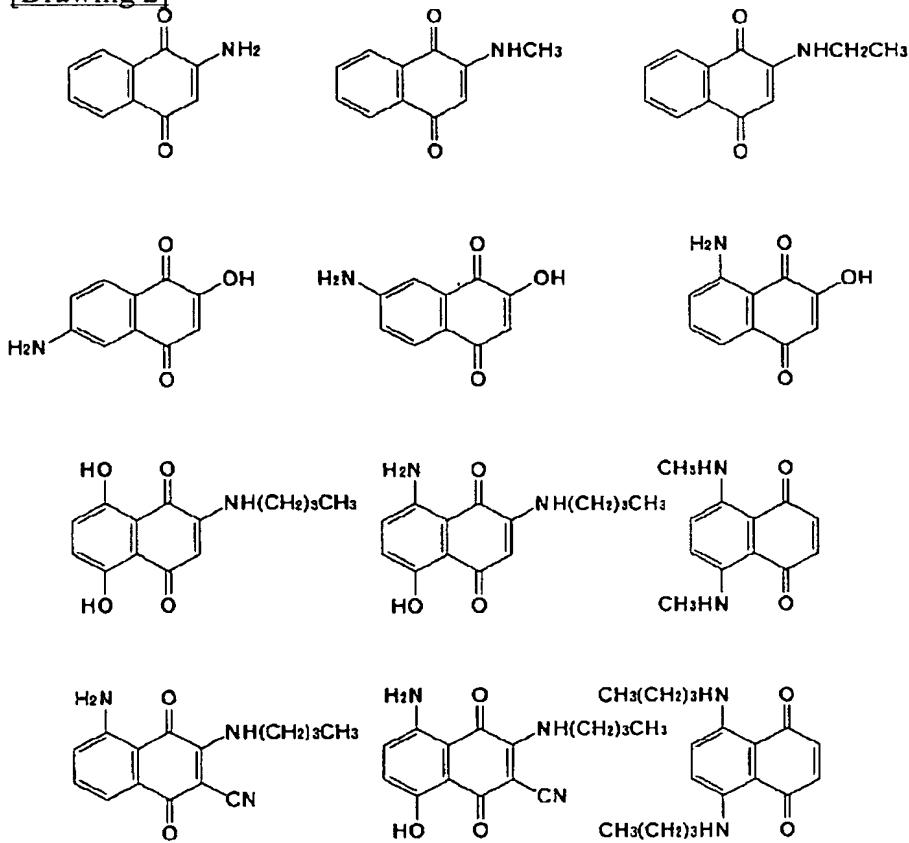
[Drawing 65]



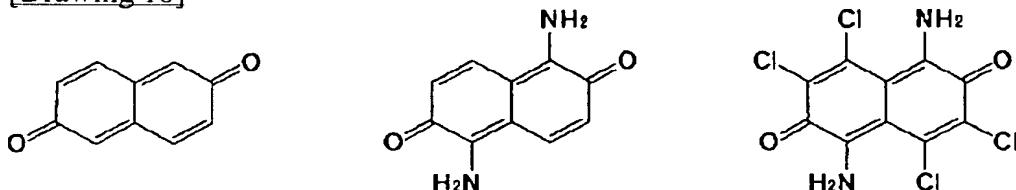
[Drawing 66]



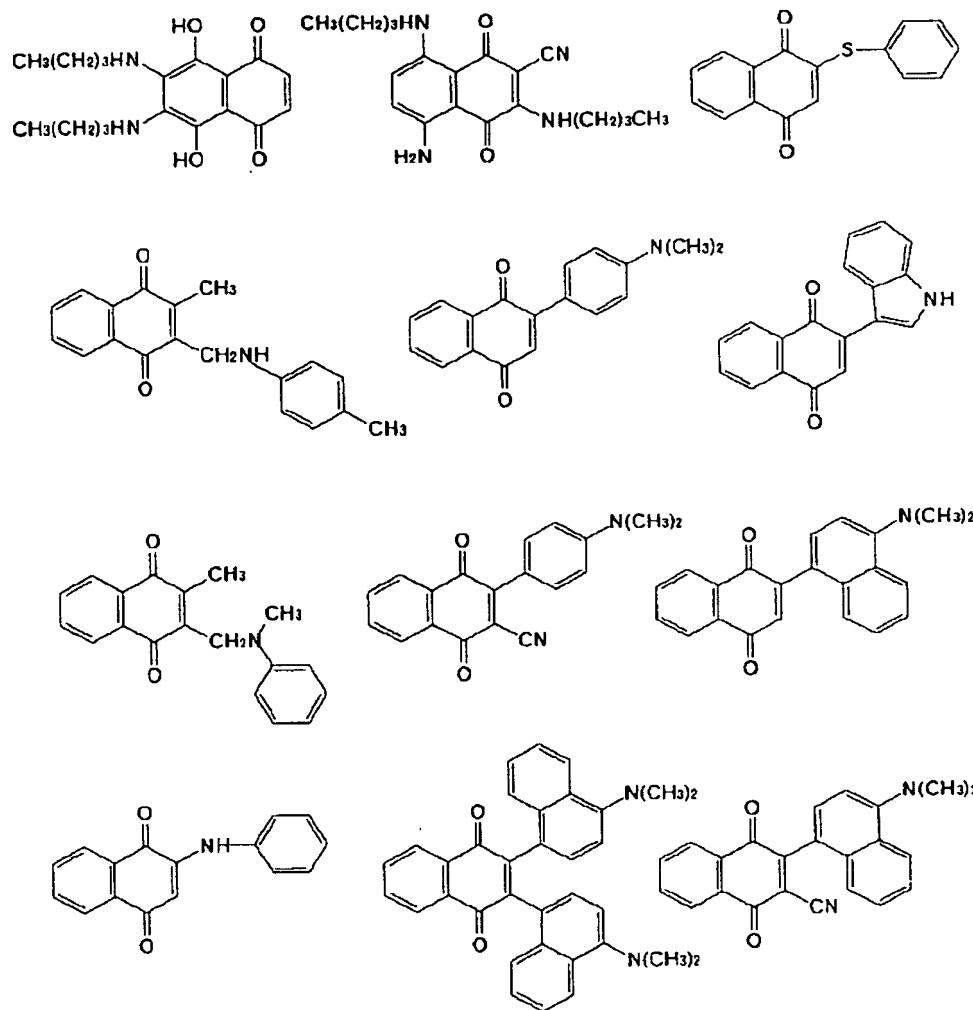
[Drawing 2]



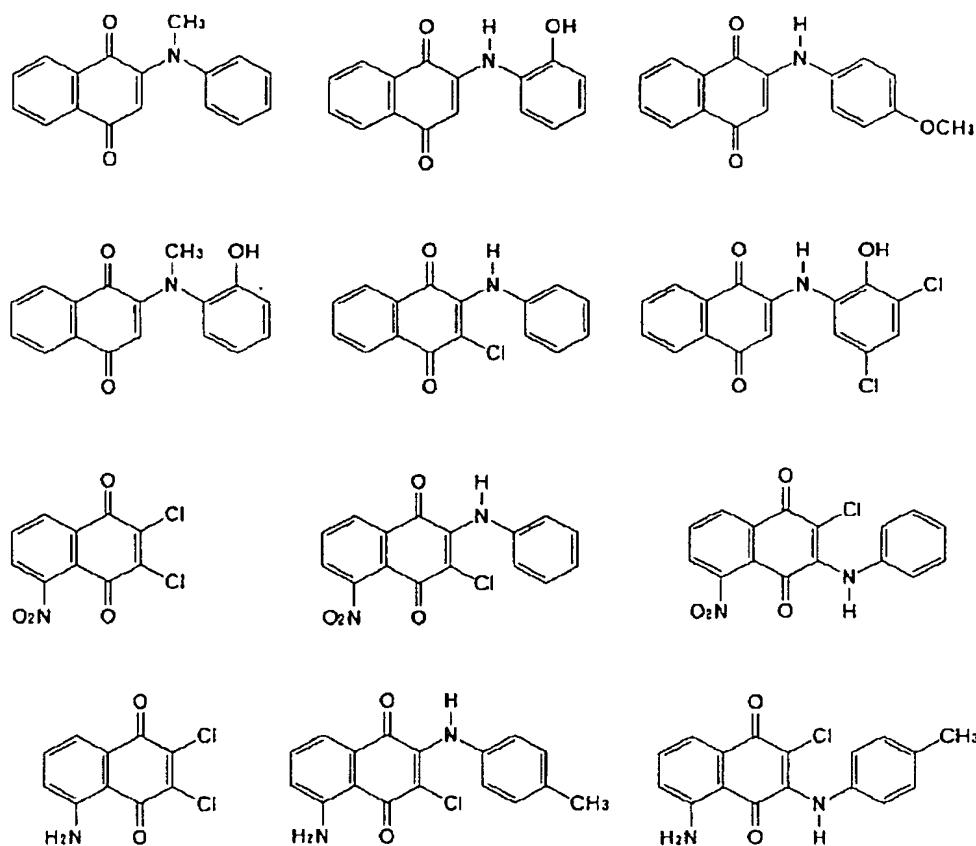
[Drawing 18]



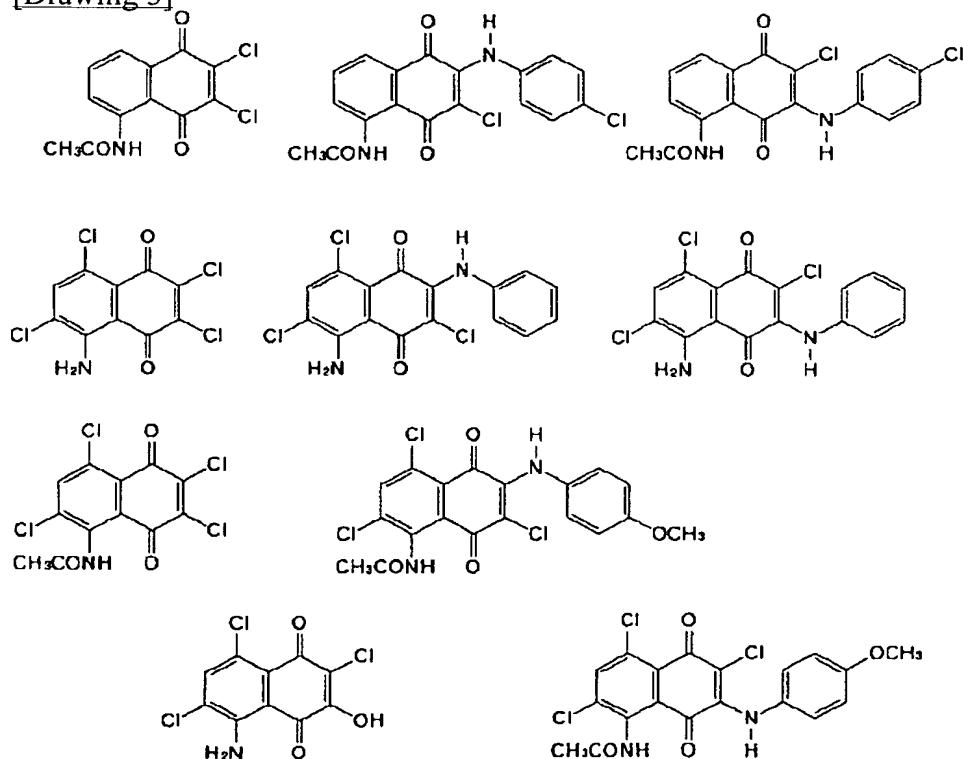
[Drawing 3]



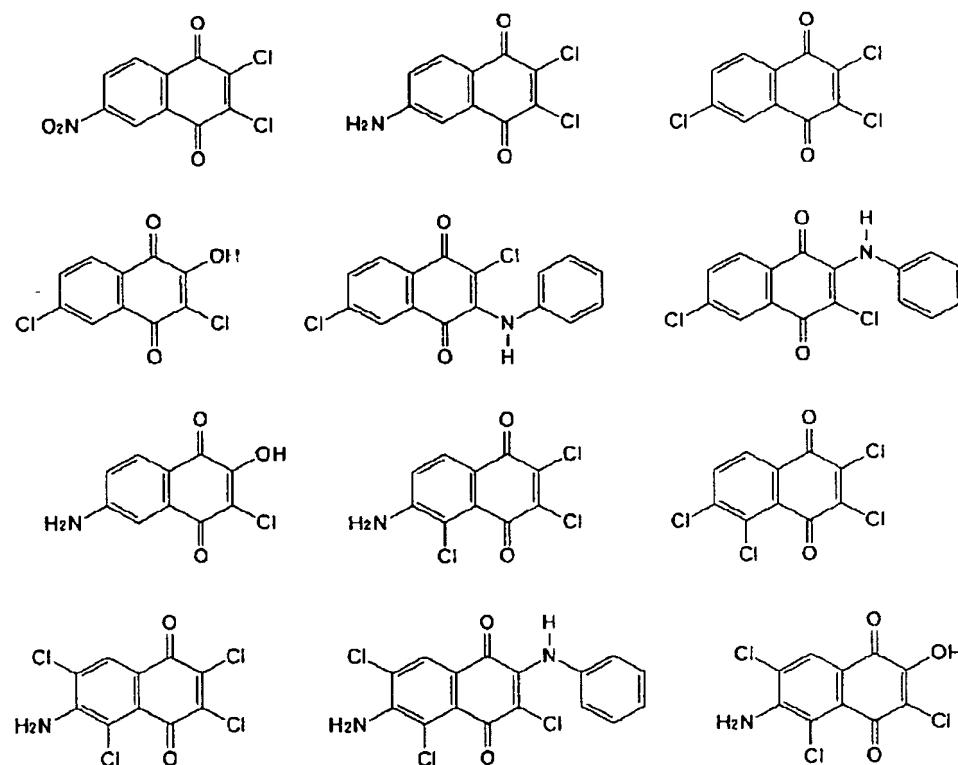
[Drawing 4]



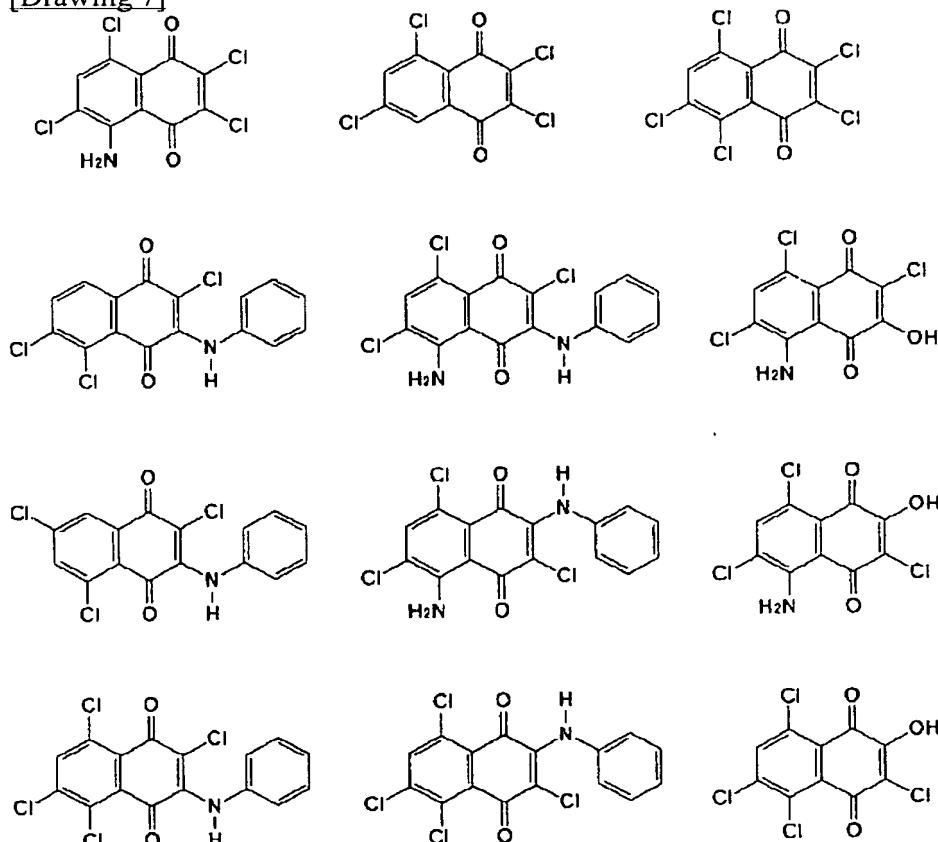
[Drawing 5]



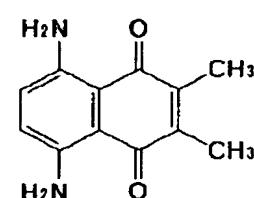
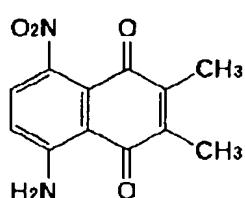
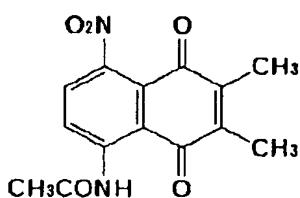
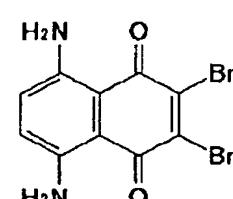
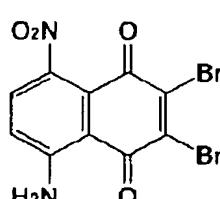
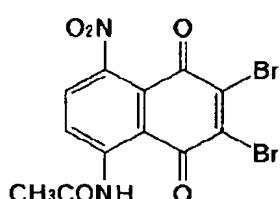
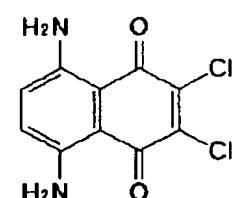
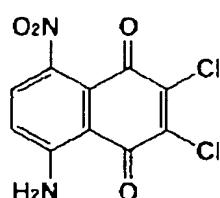
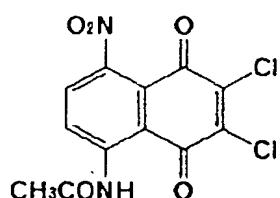
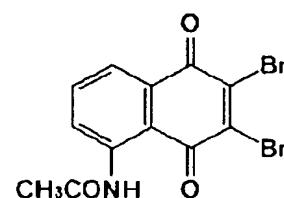
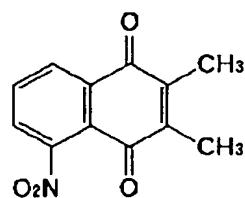
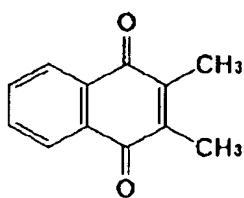
[Drawing 6]



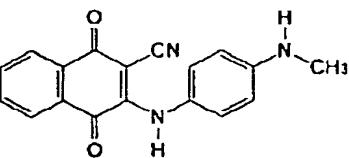
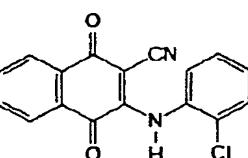
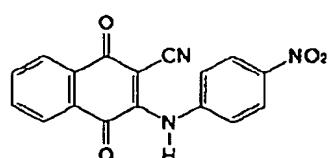
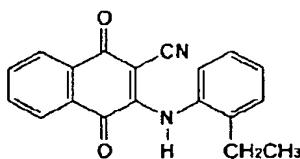
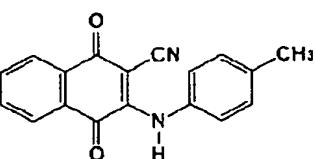
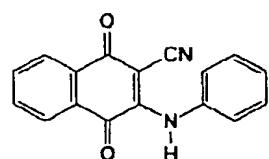
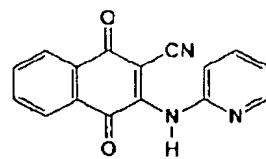
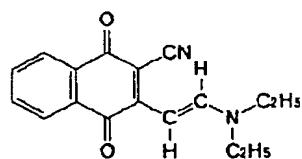
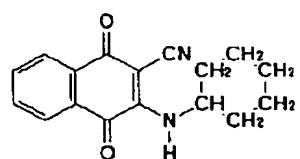
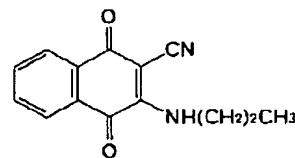
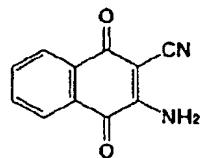
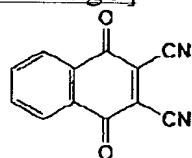
[Drawing 7]

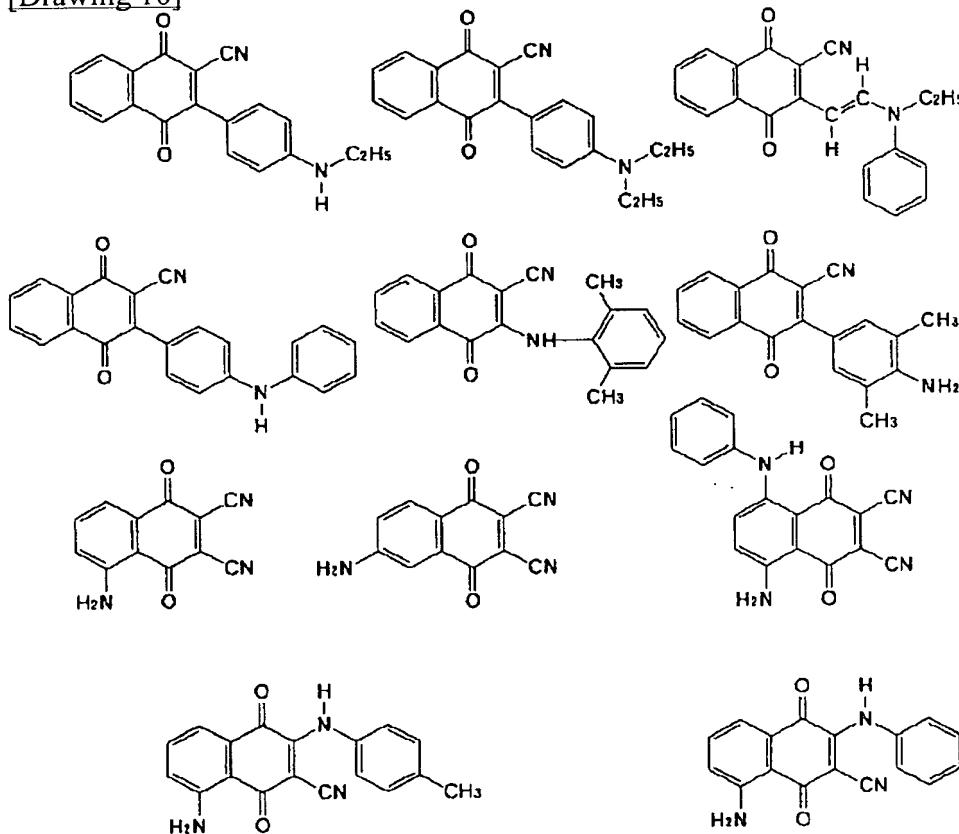
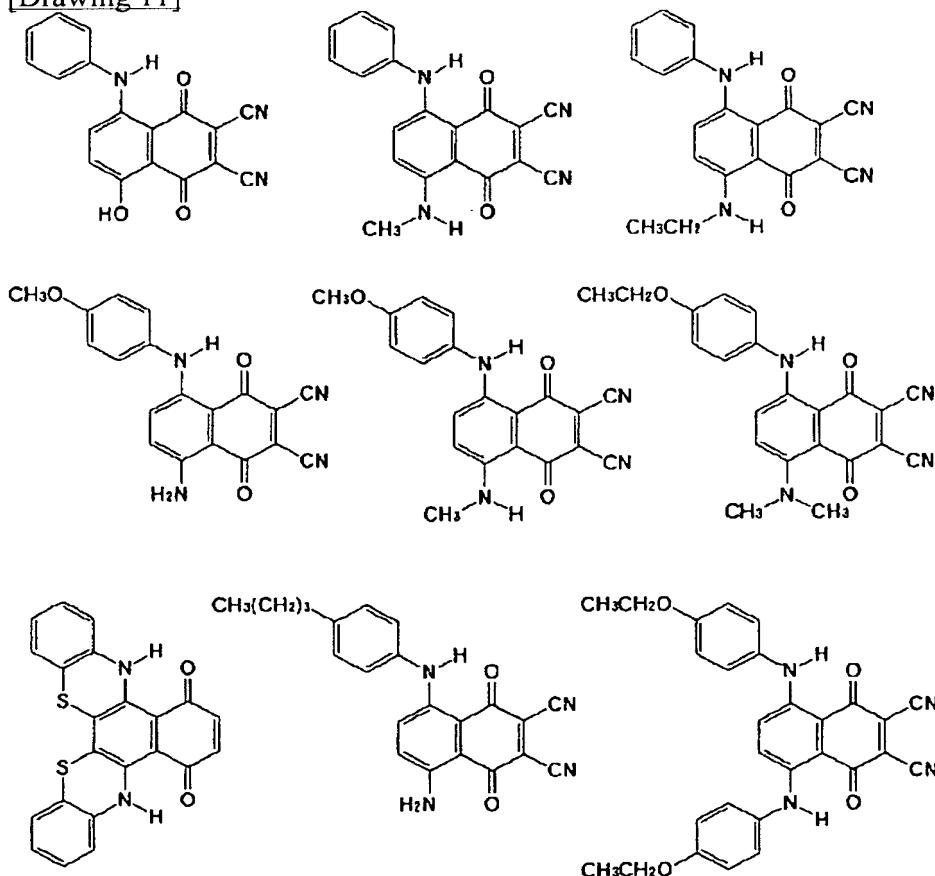


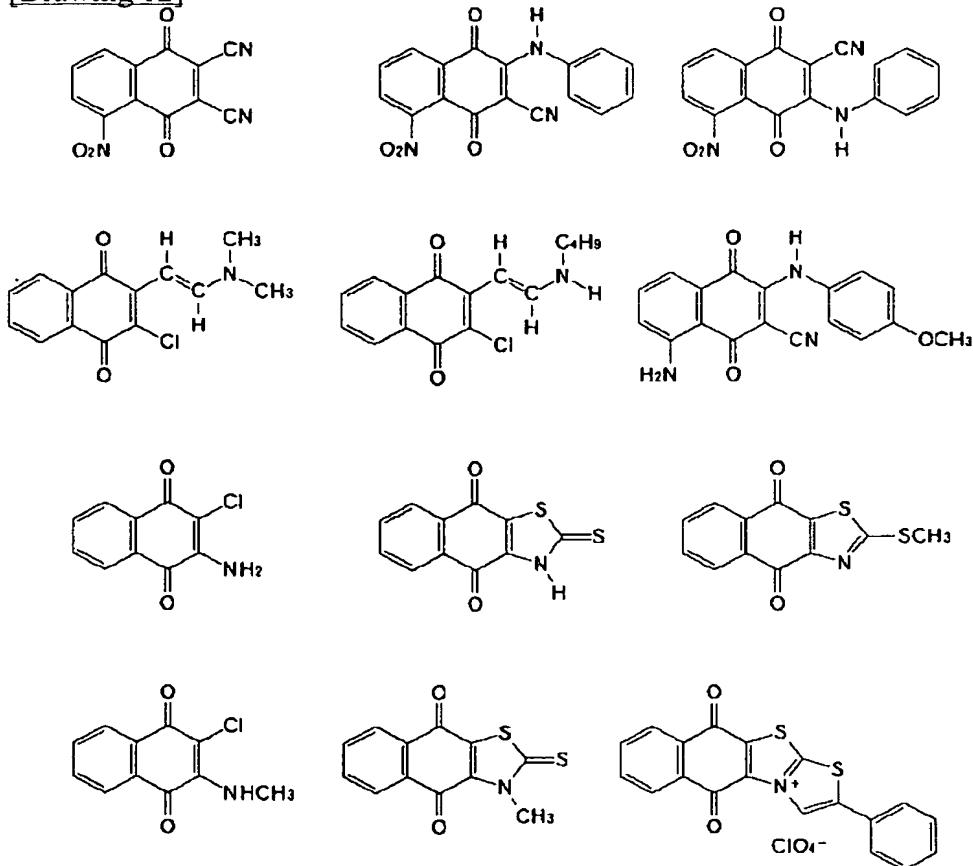
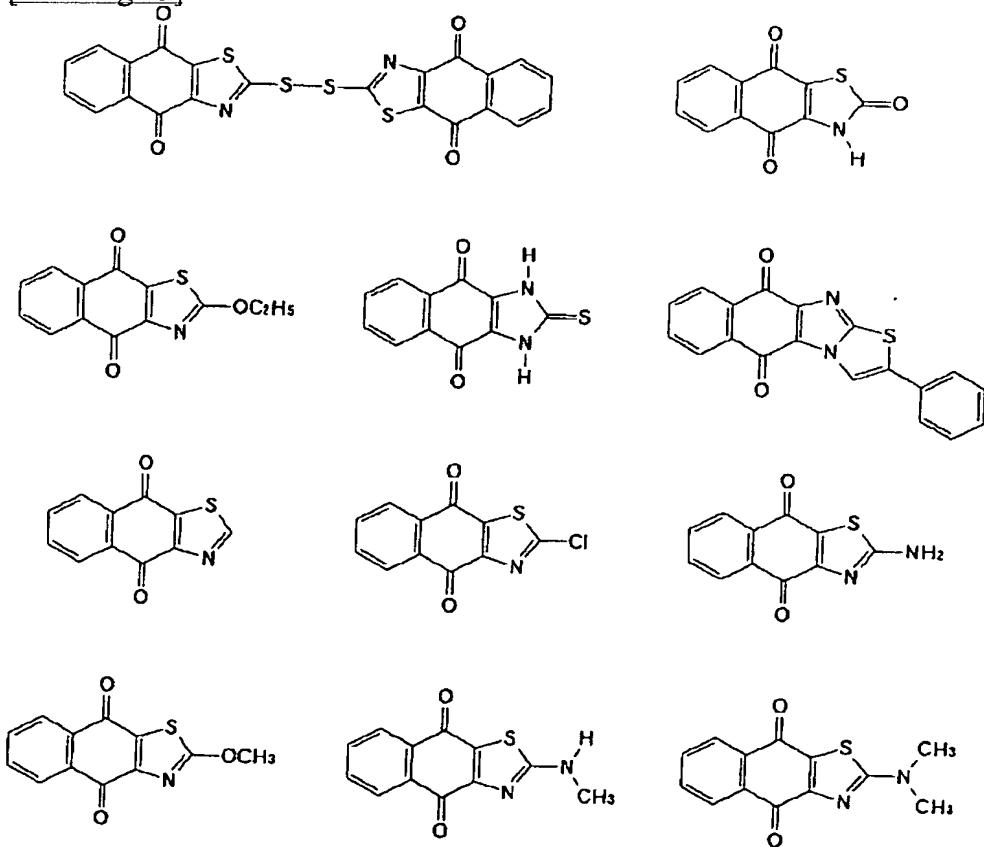
[Drawing 8]



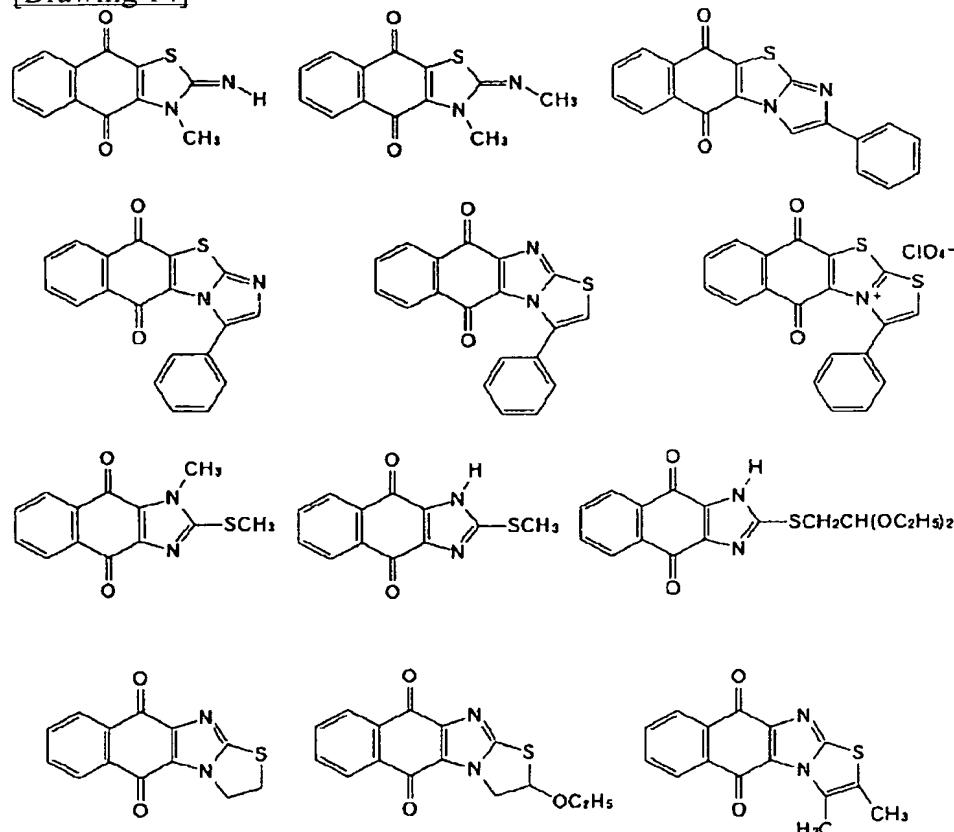
[Drawing 9]



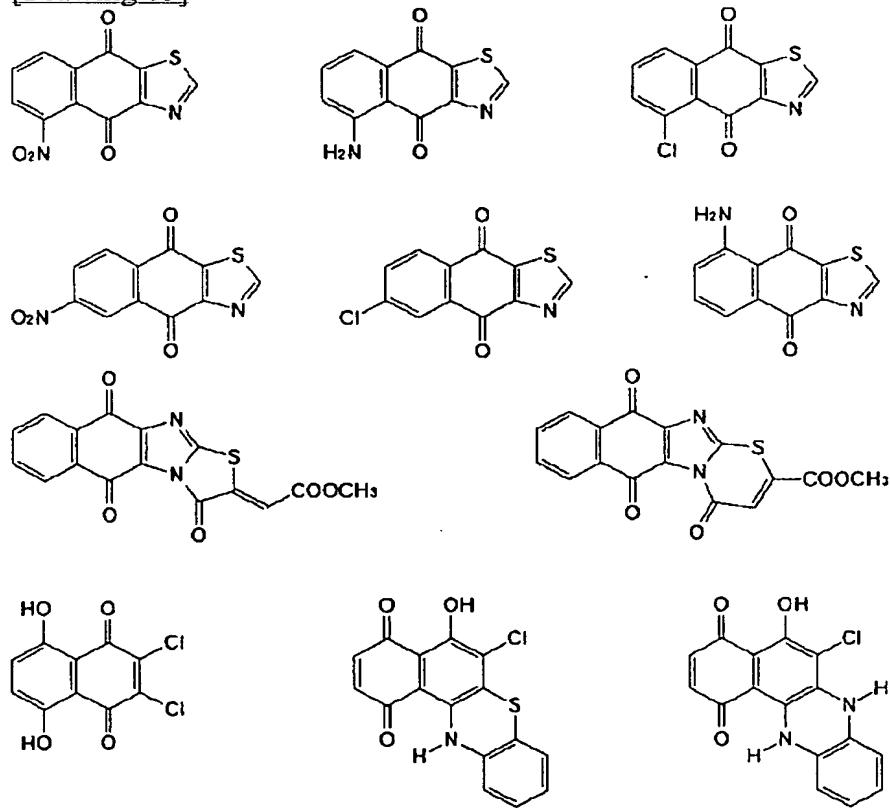
[Drawing 10][Drawing 11]

[Drawing 12][Drawing 13]

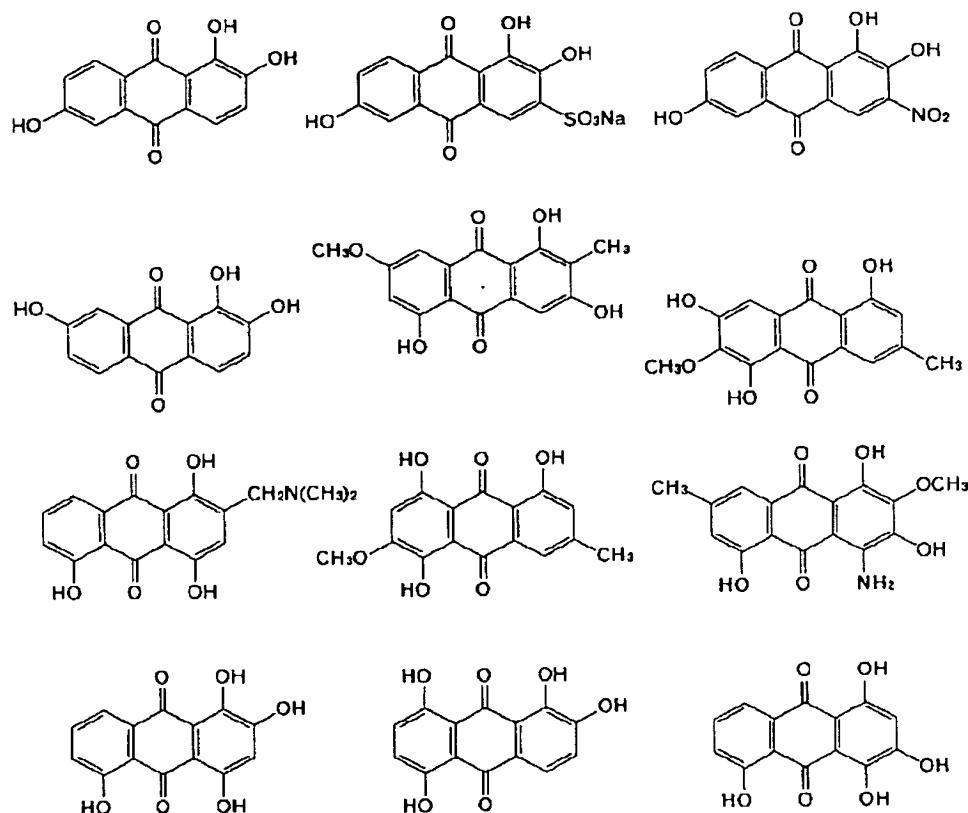
[Drawing 14]



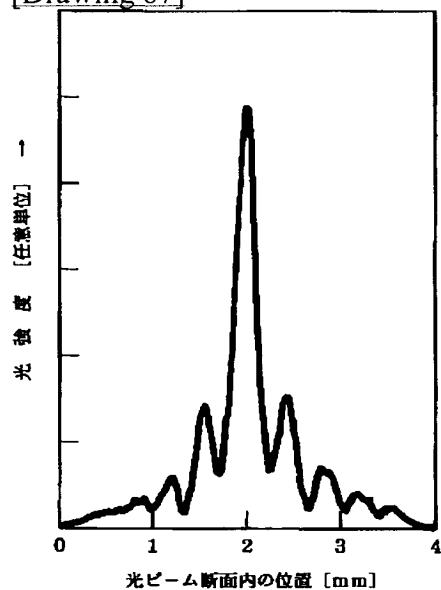
[Drawing 15]



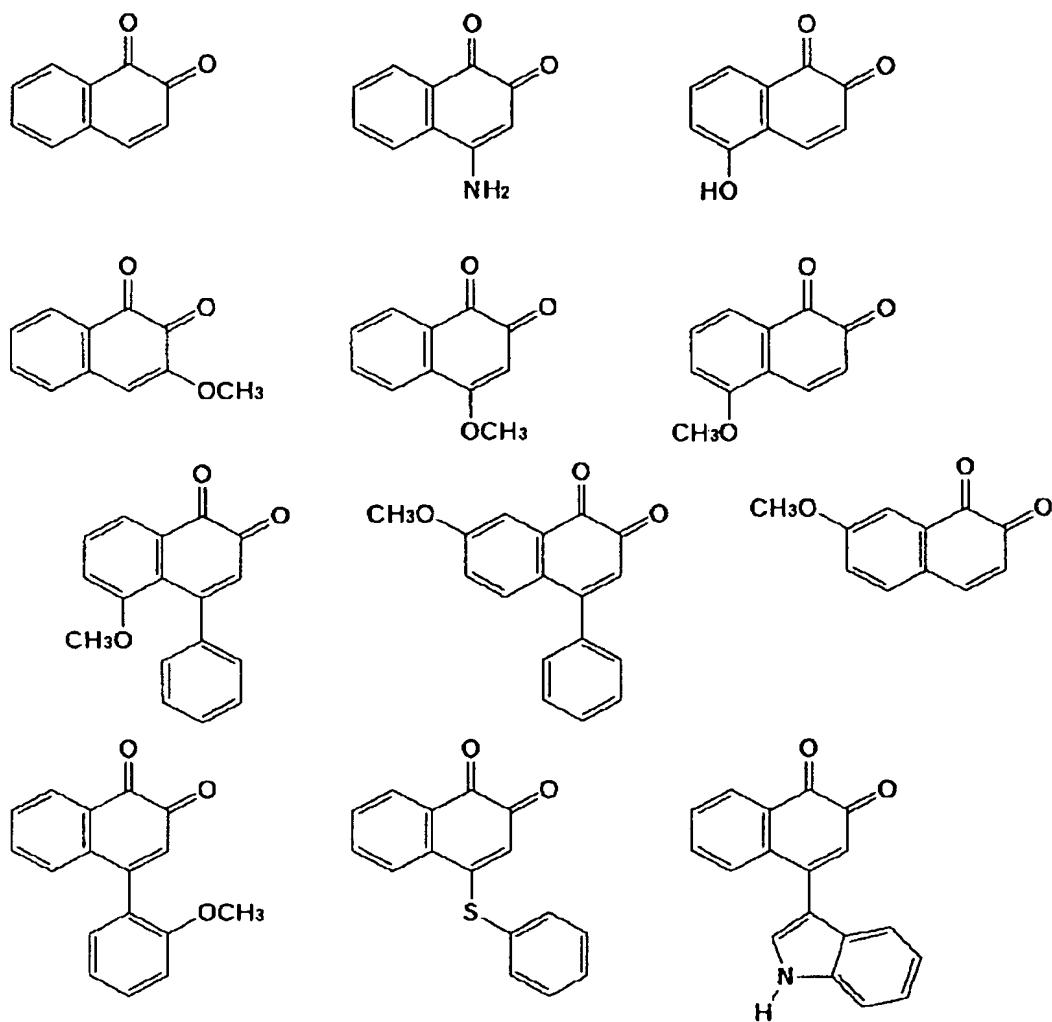
[Drawing 25]



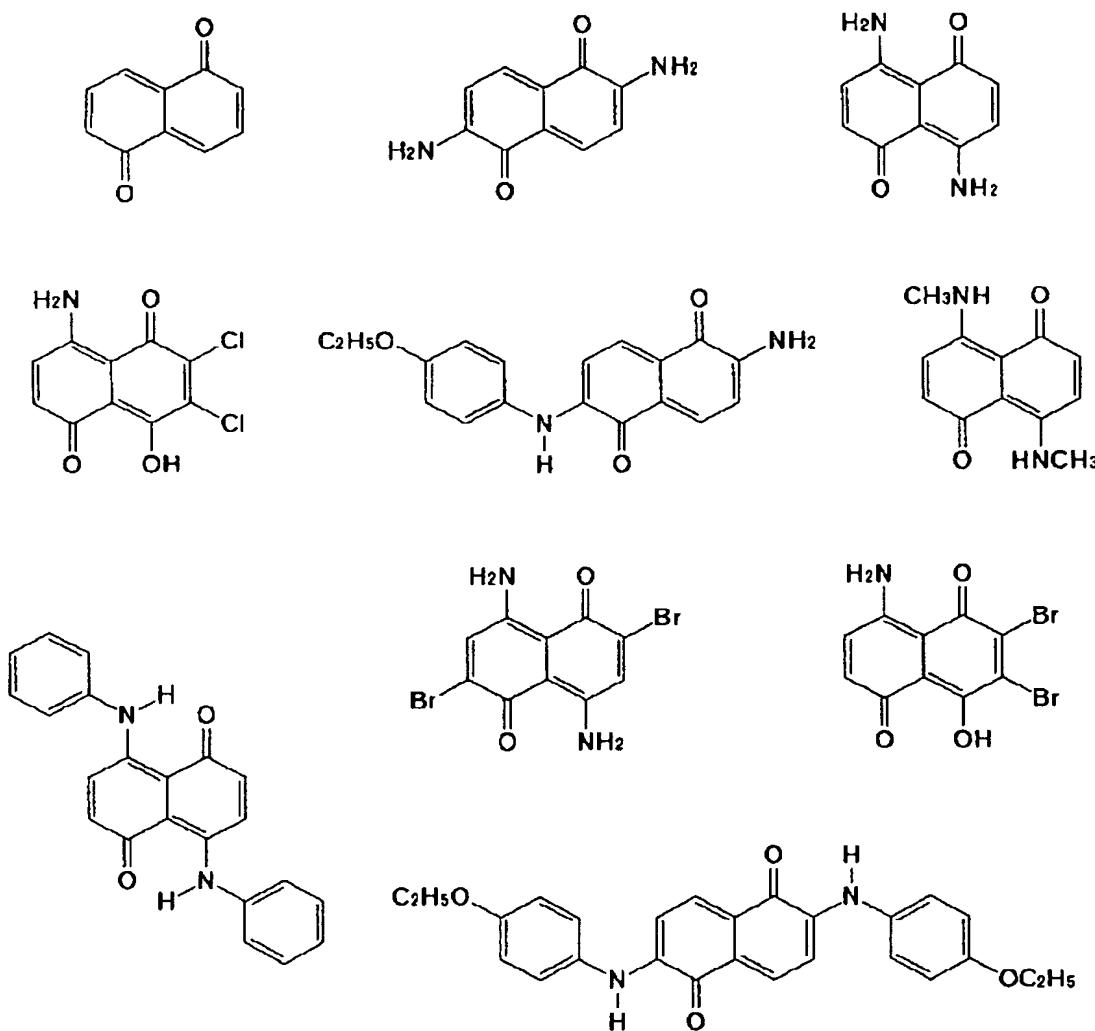
[Drawing 67]



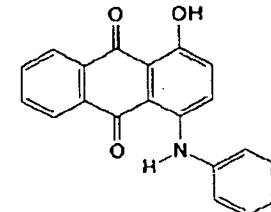
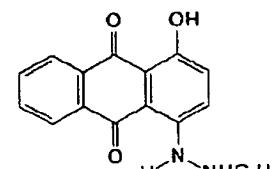
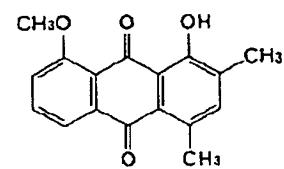
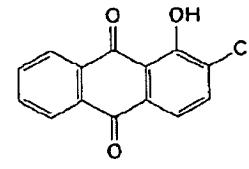
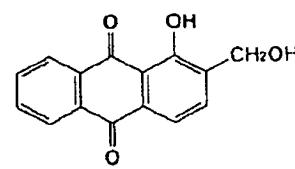
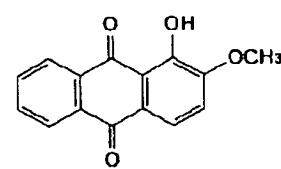
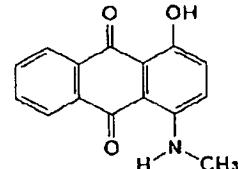
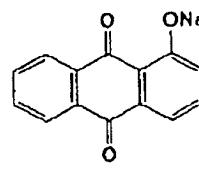
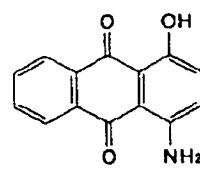
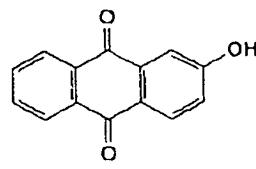
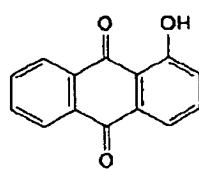
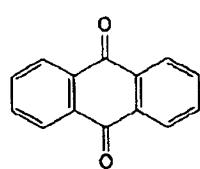
[Drawing 16]



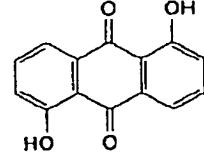
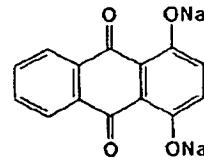
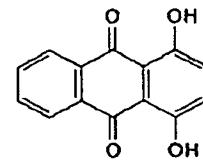
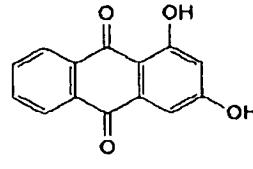
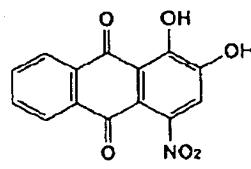
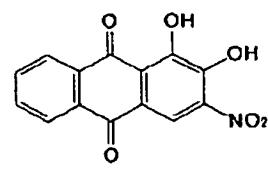
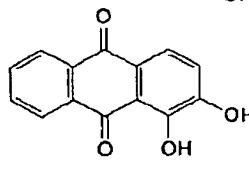
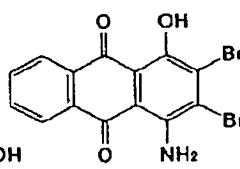
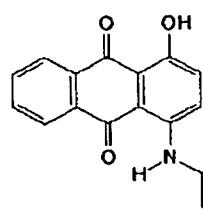
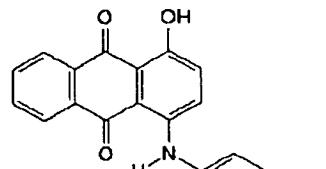
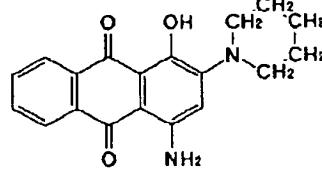
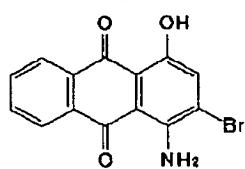
[Drawing 17]

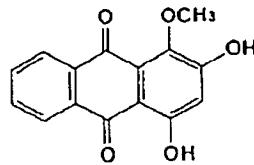
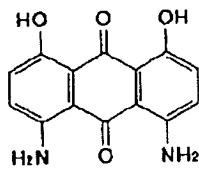
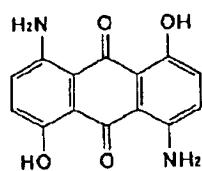
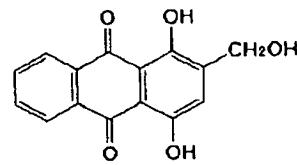
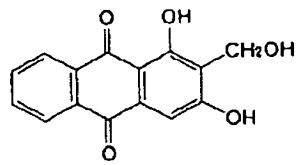
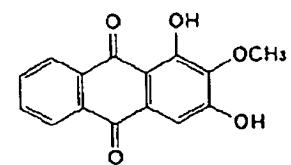
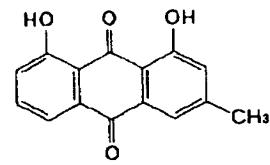
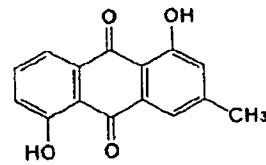
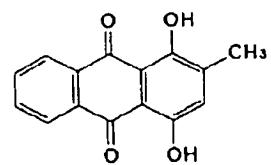
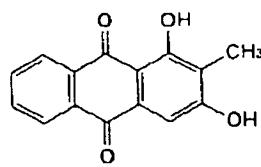
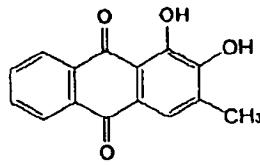
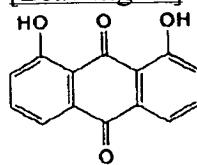
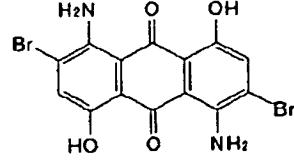
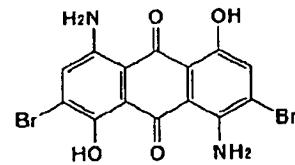
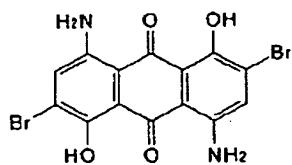
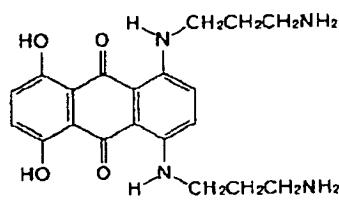
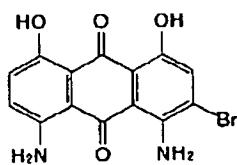
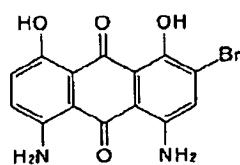
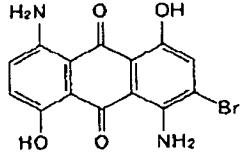
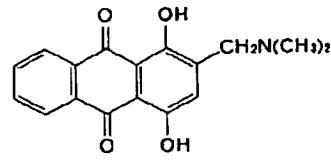
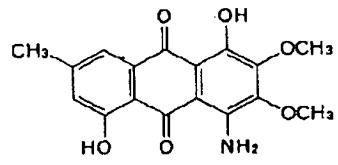
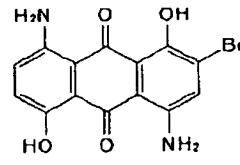
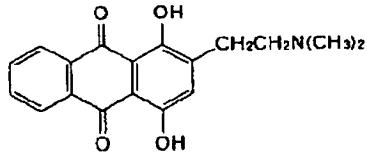
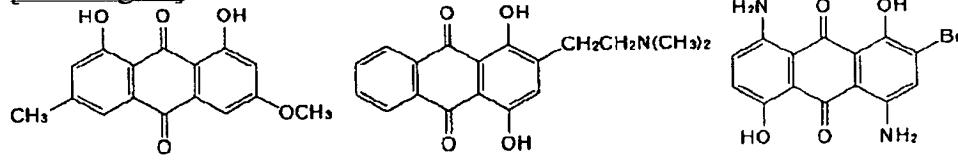


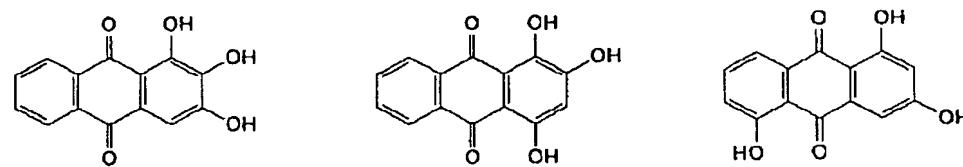
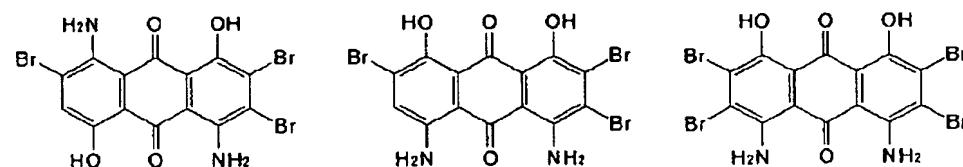
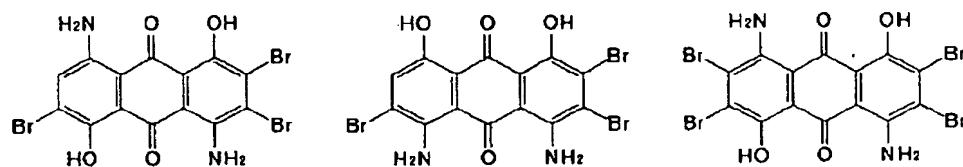
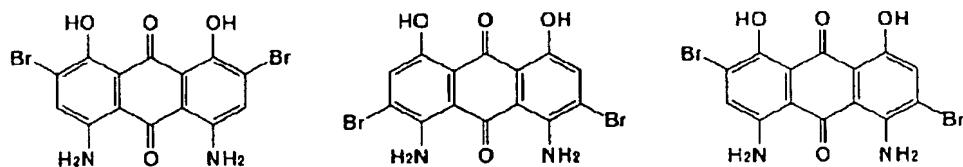
[Drawing 19]



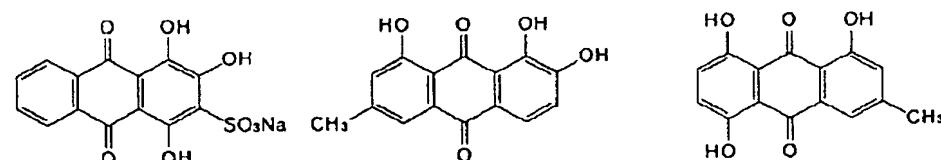
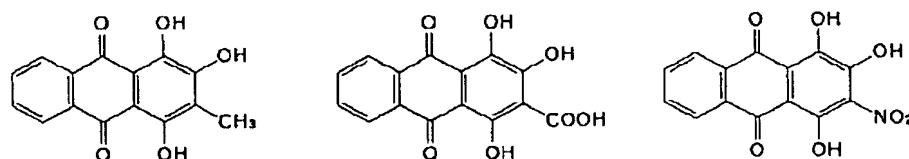
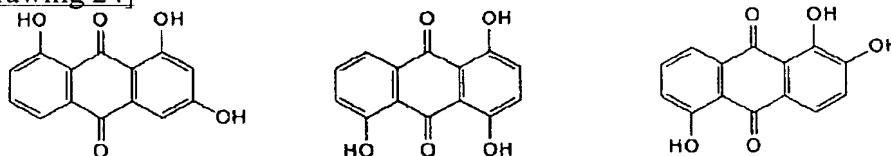
[Drawing 20]



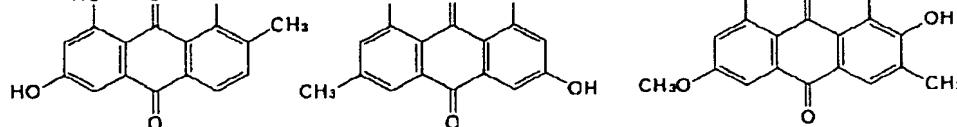
[Drawing 21][Drawing 22][Drawing 23]

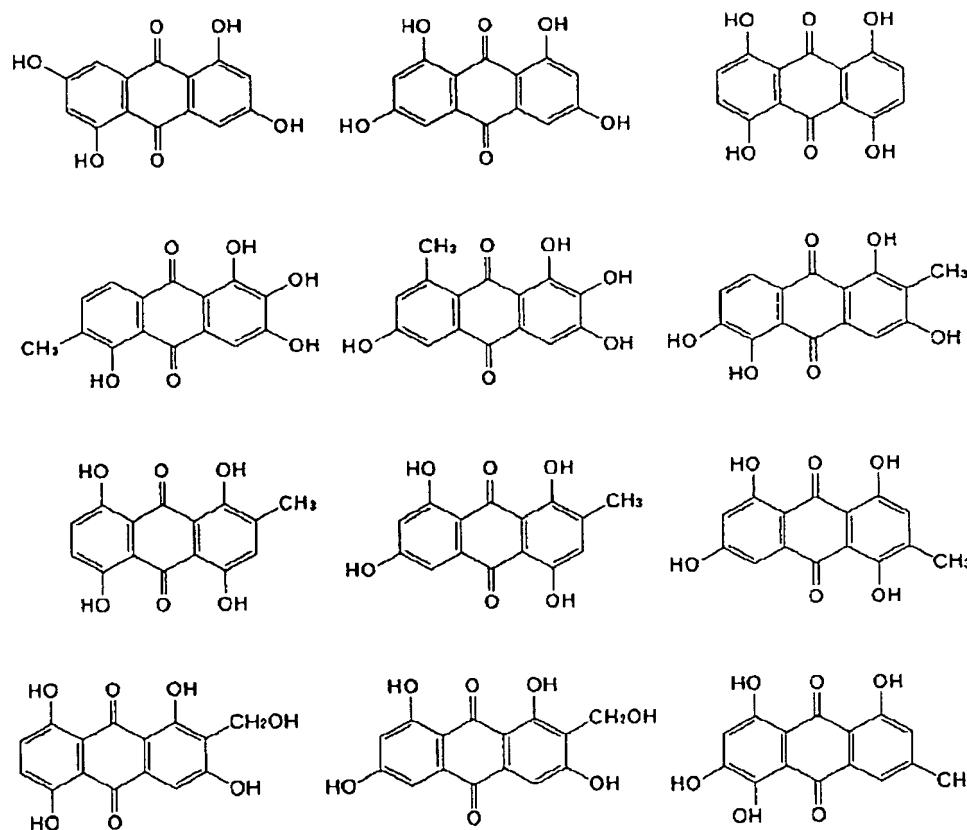


[Drawing 24]

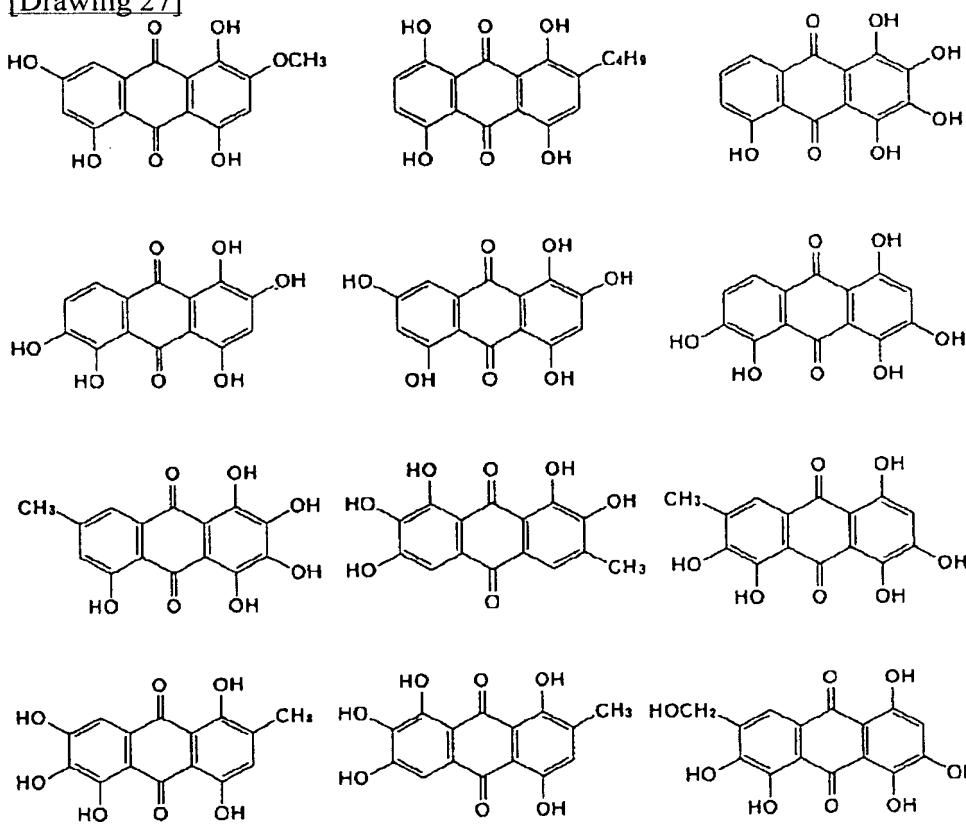


[Drawing 26]

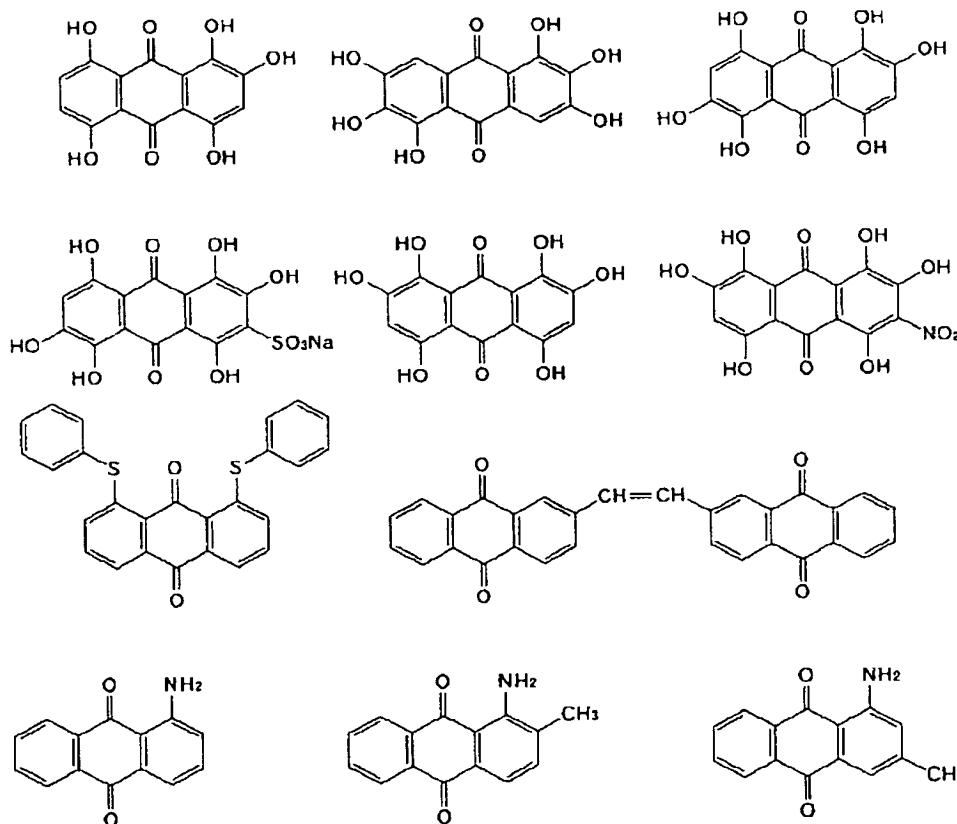




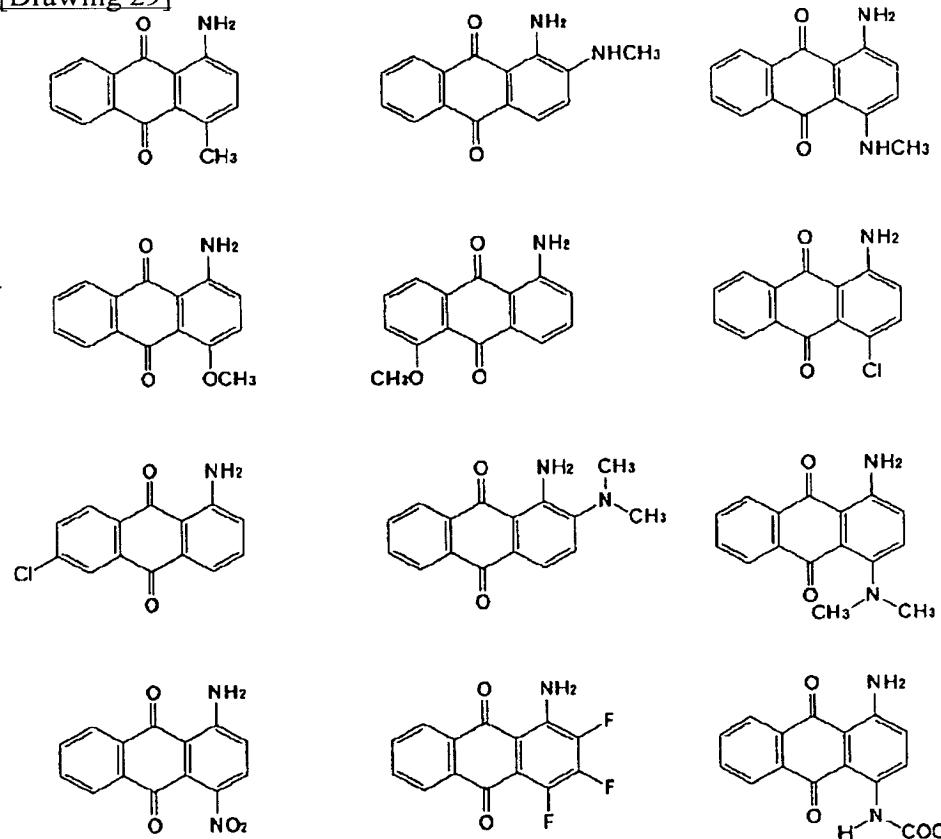
[Drawing 27]



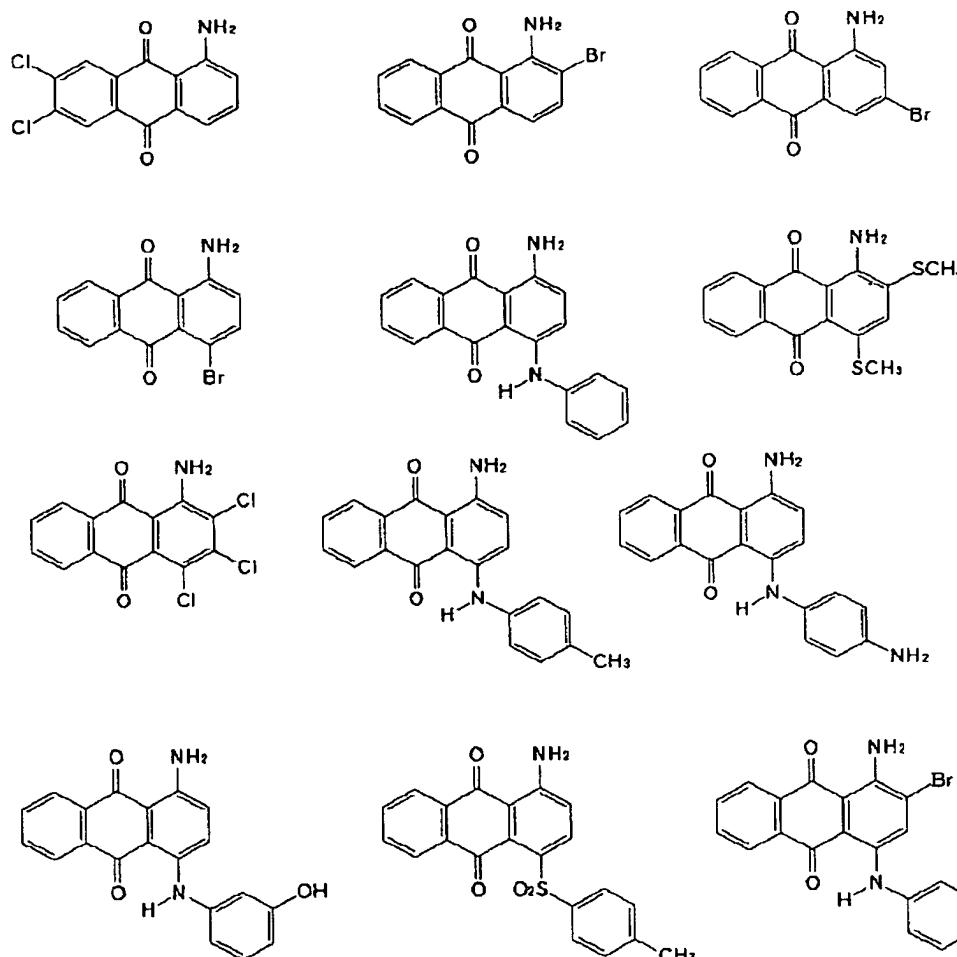
[Drawing 28]



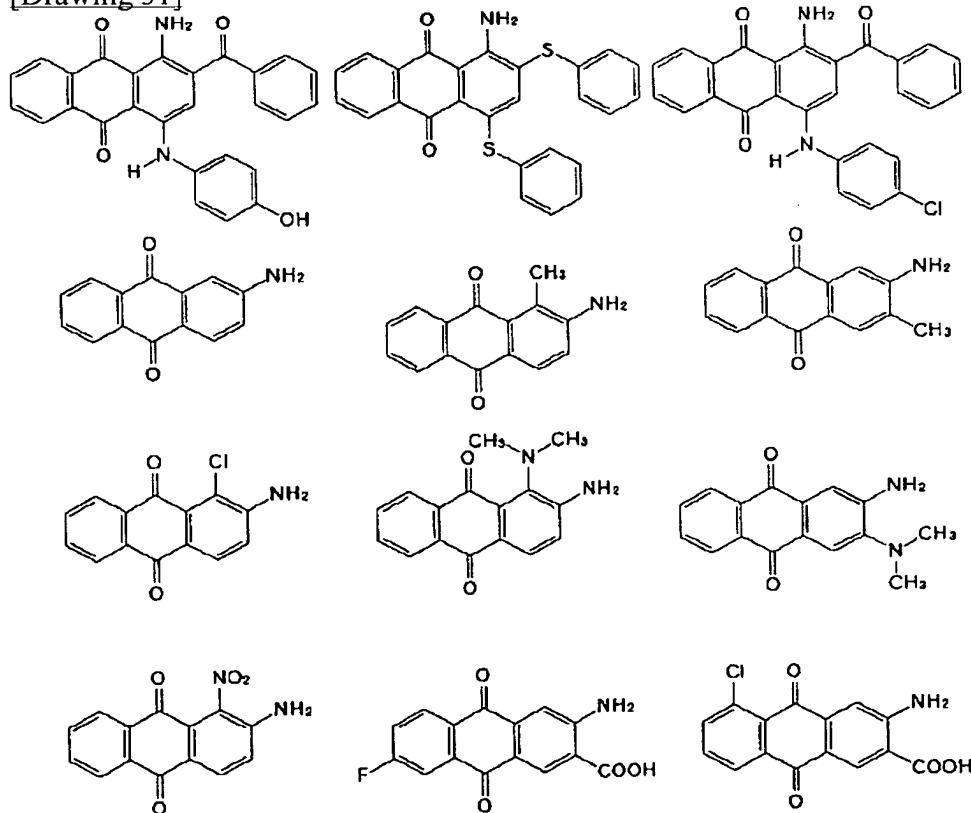
[Drawing 29]



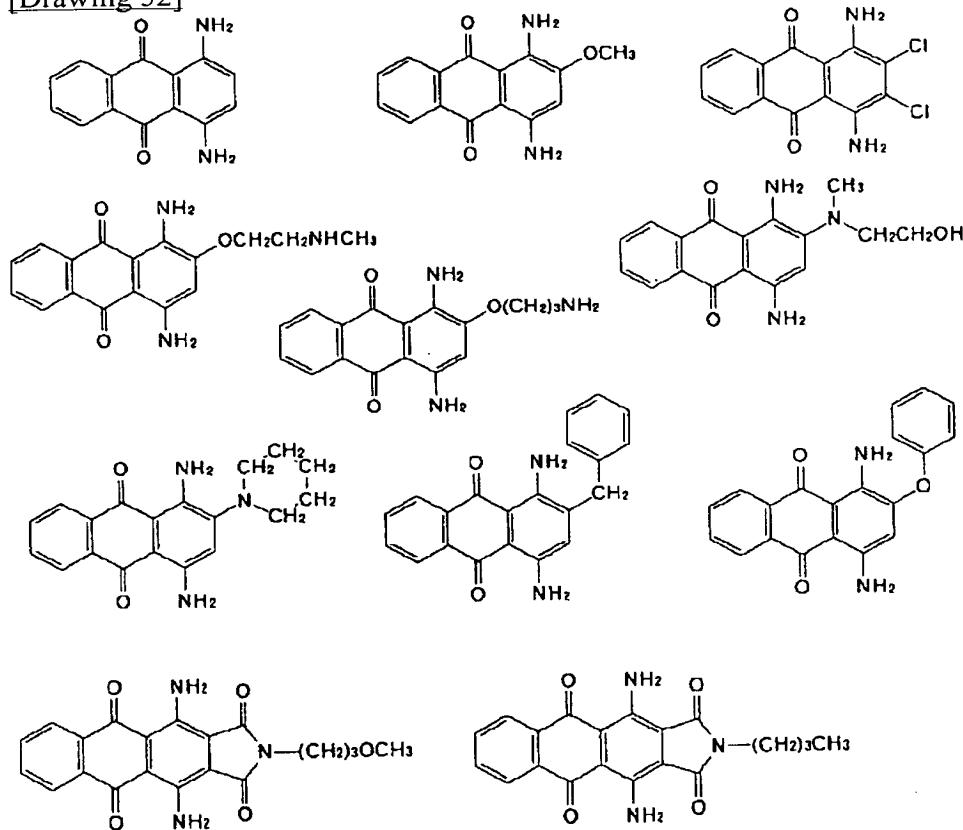
[Drawing 30]



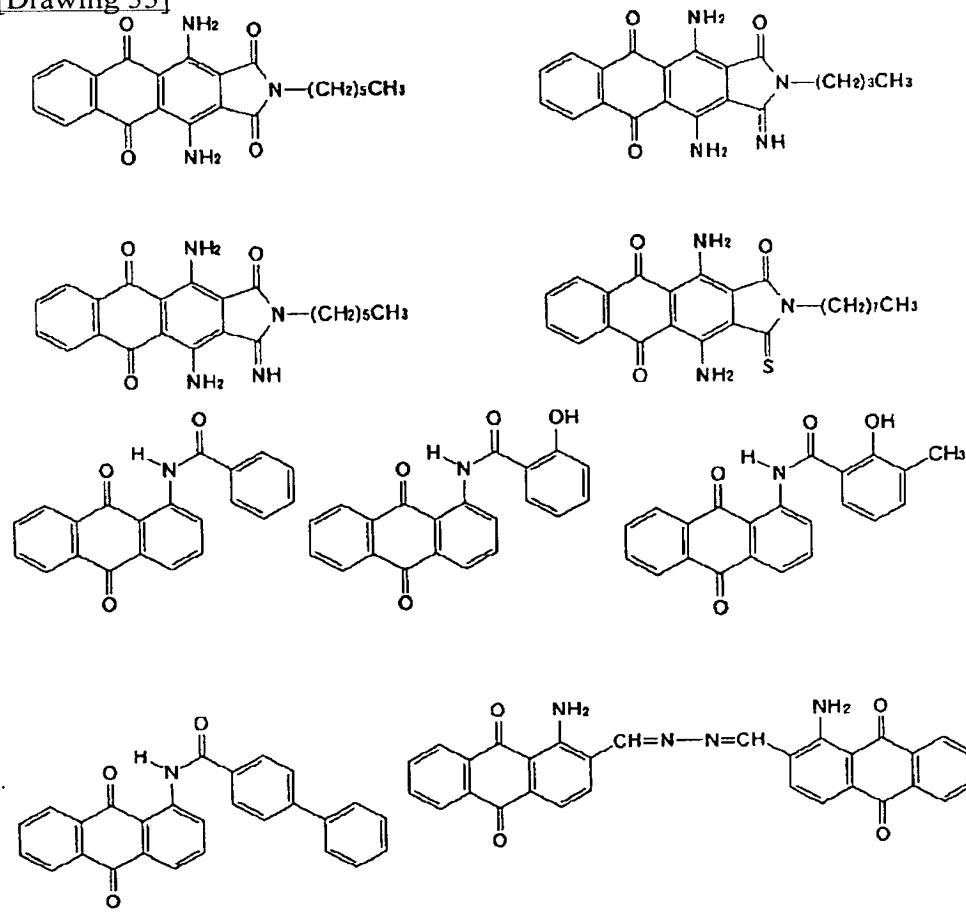
[Drawing 31]



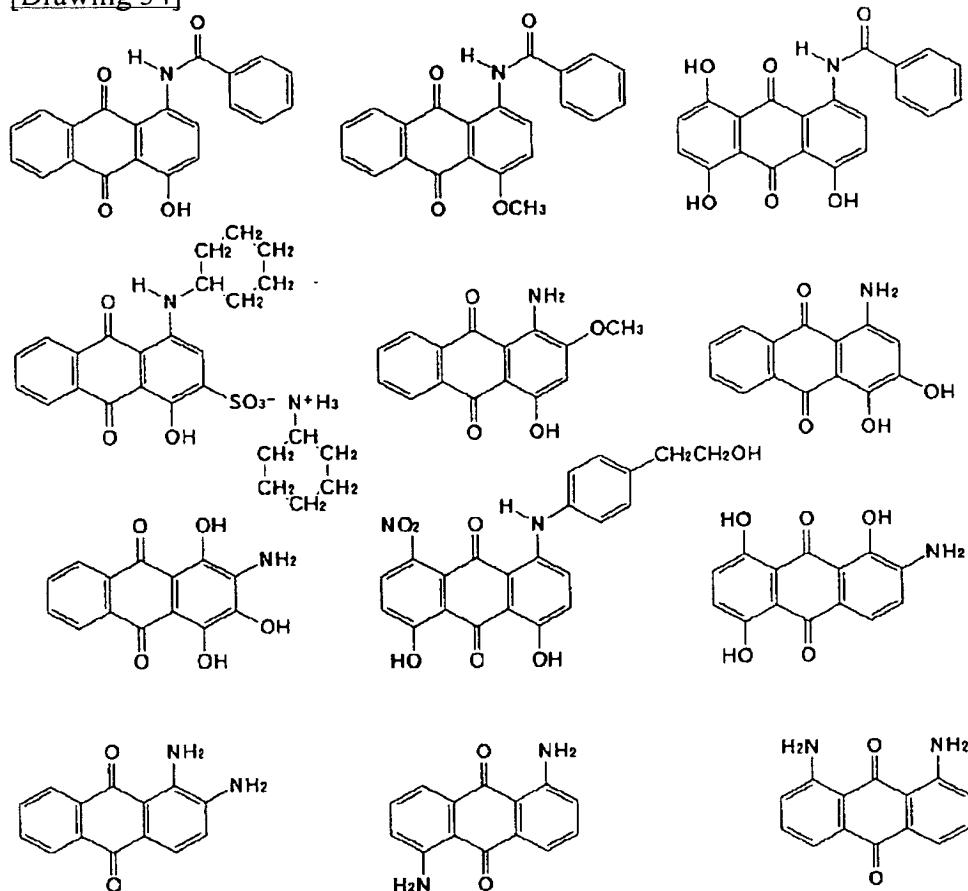
[Drawing 32]



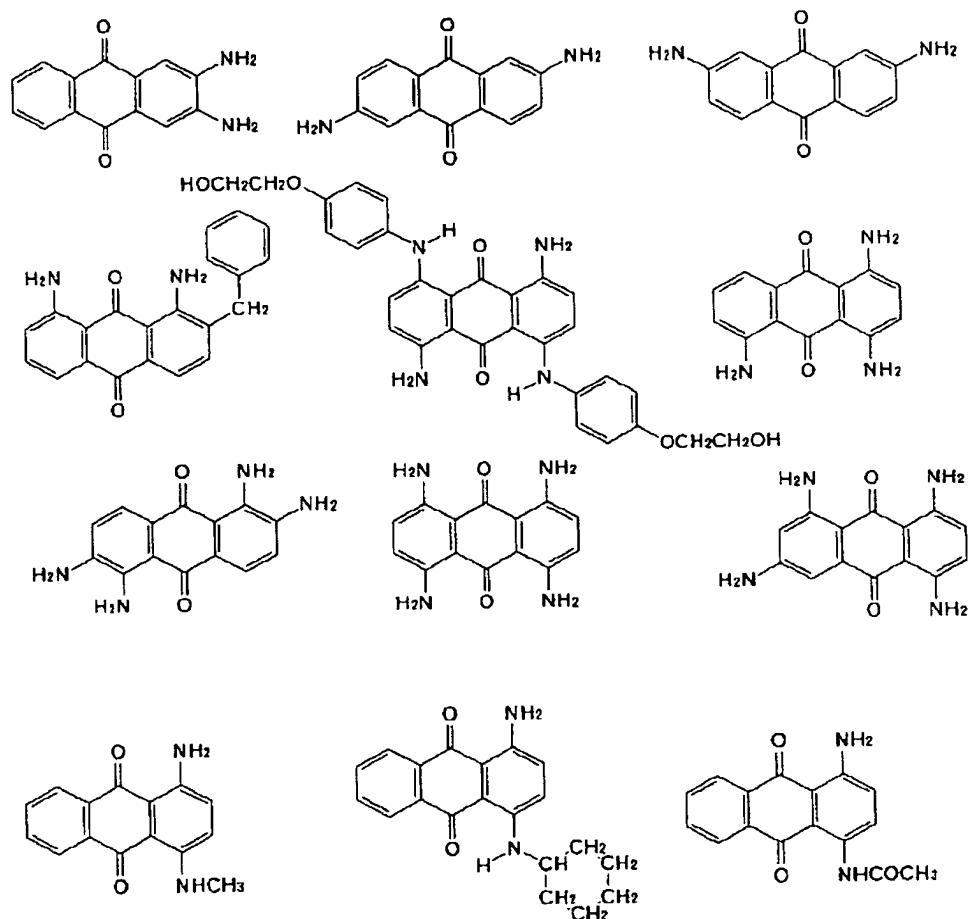
[Drawing 33]



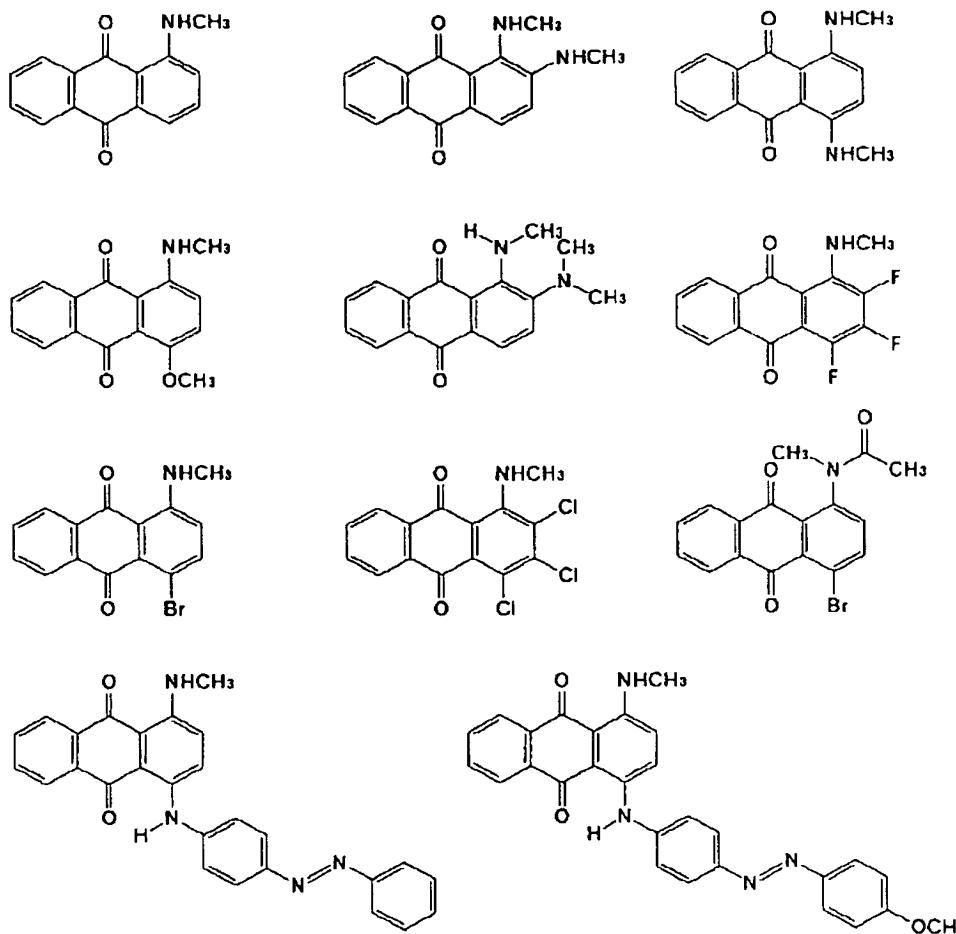
[Drawing 34]



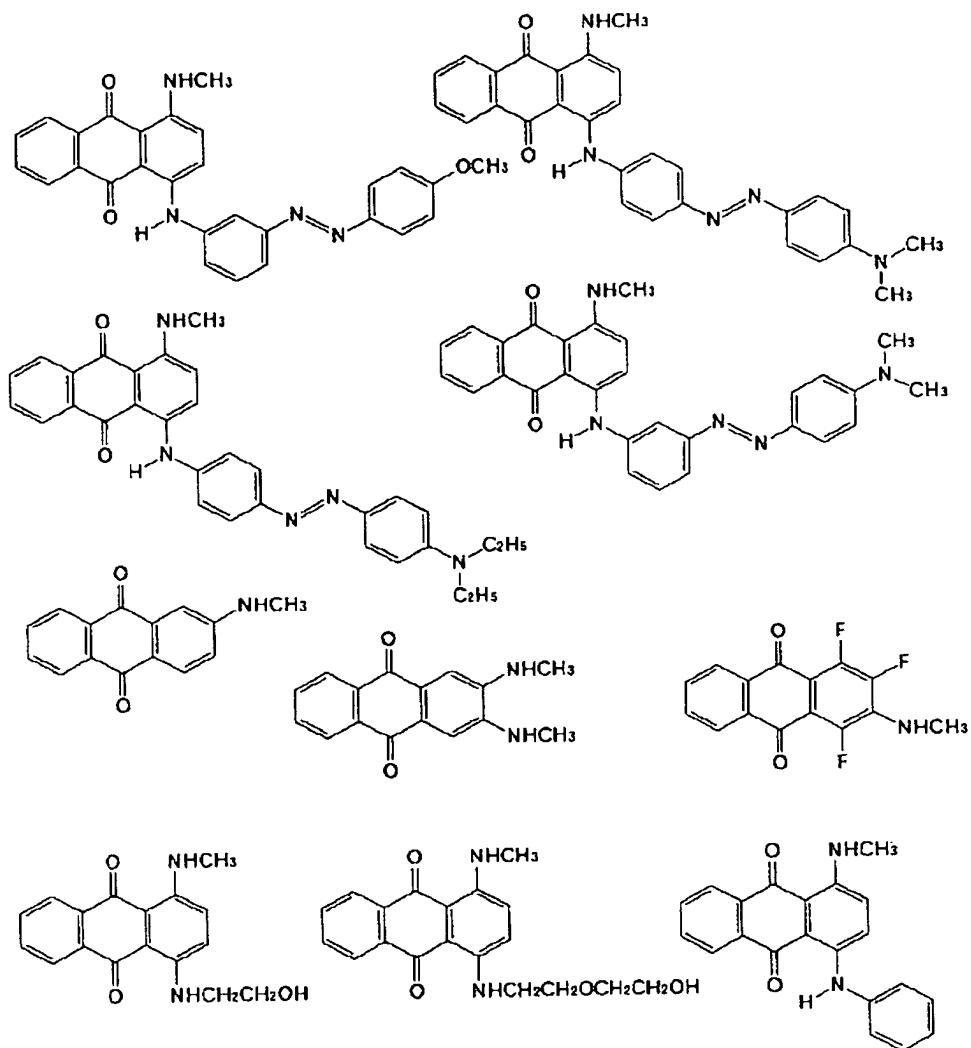
[Drawing 35]



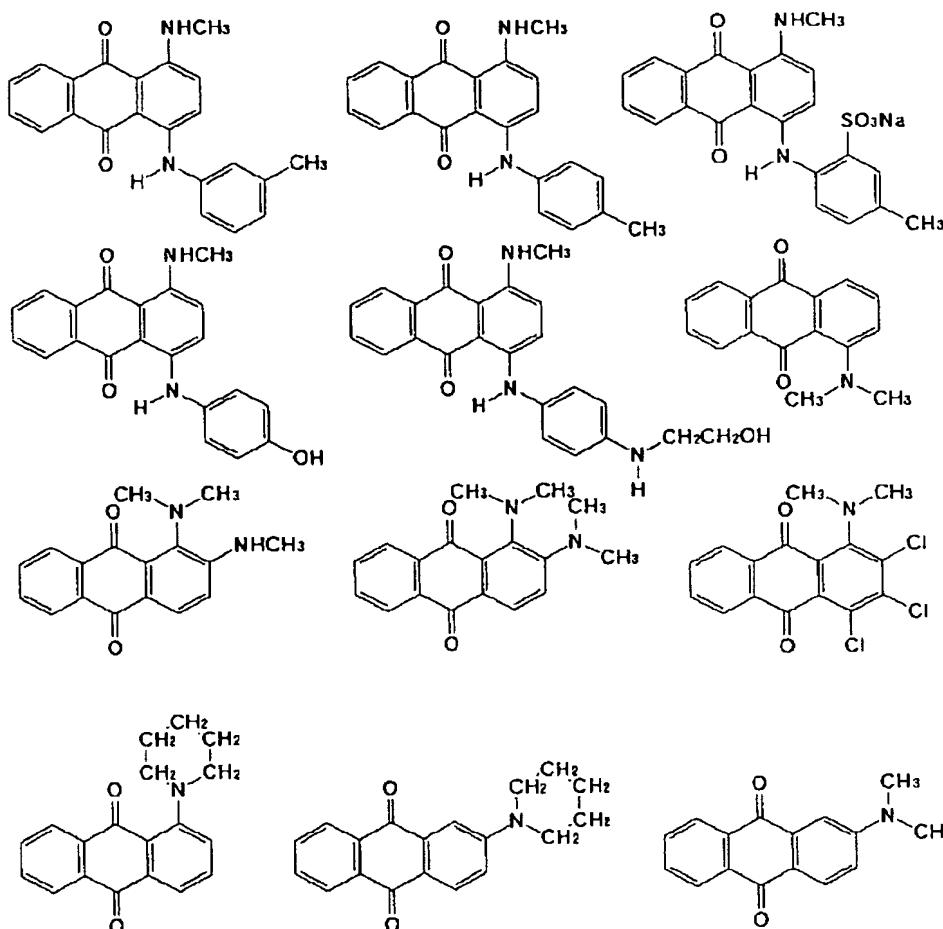
[Drawing 36]



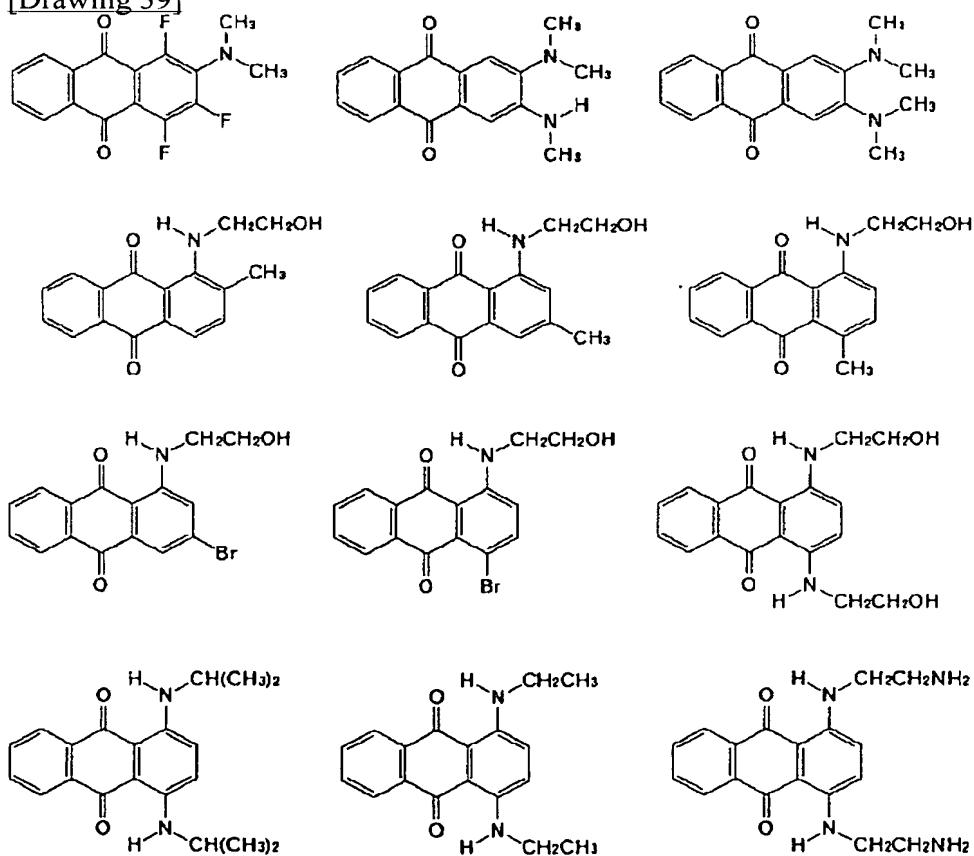
[Drawing 37]

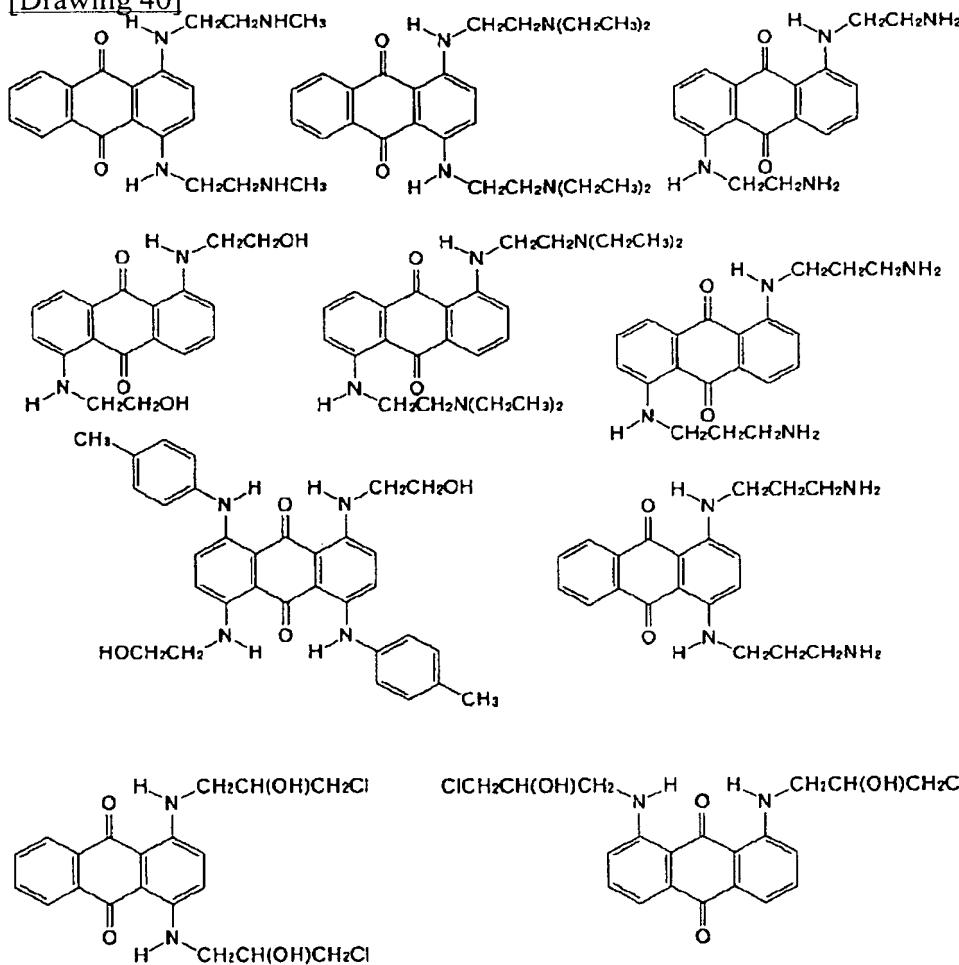
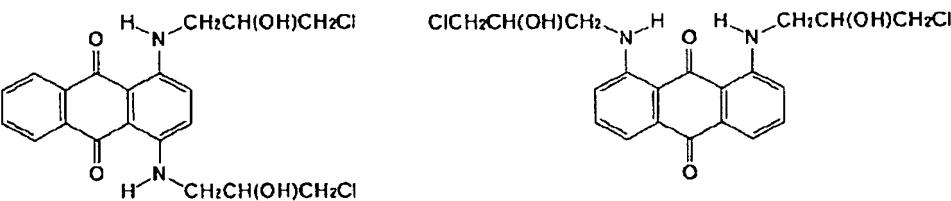


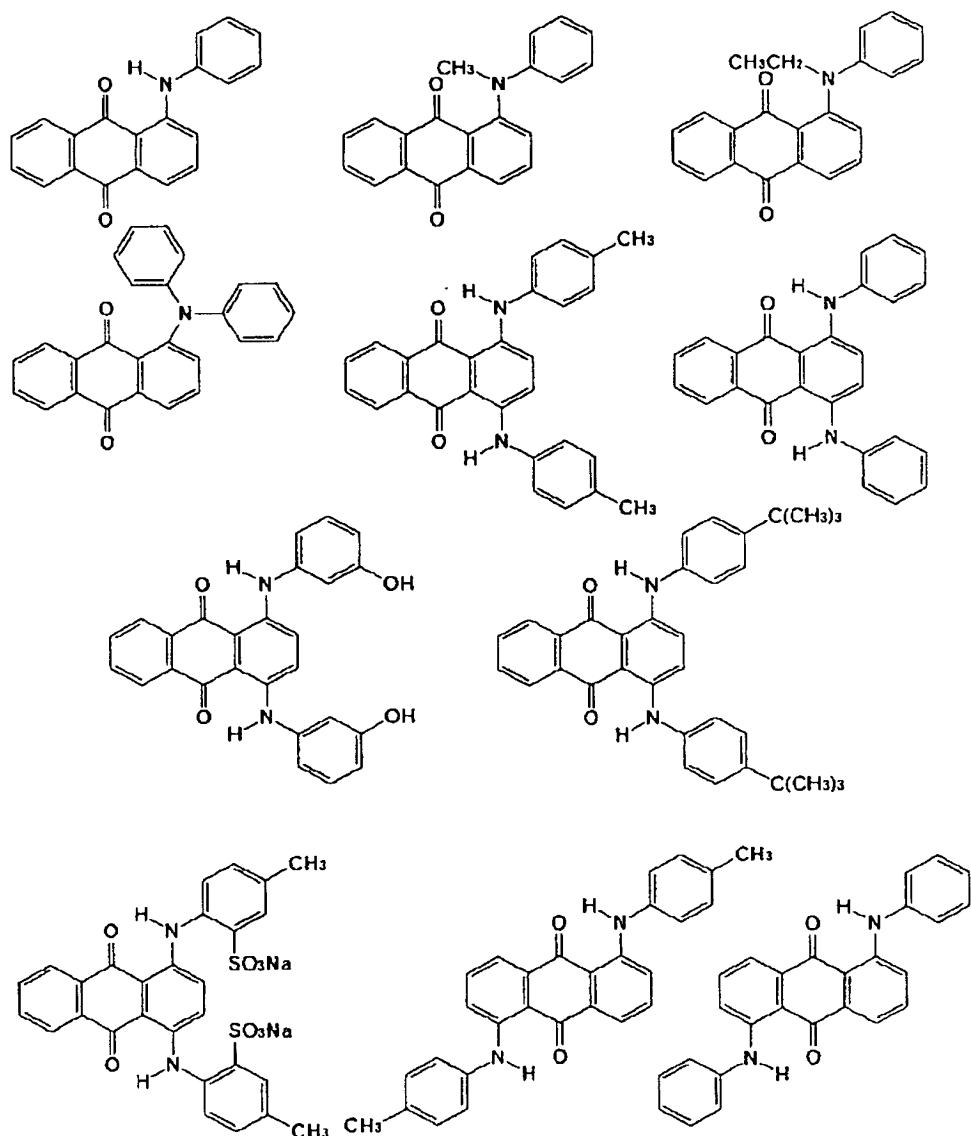
[Drawing 38]



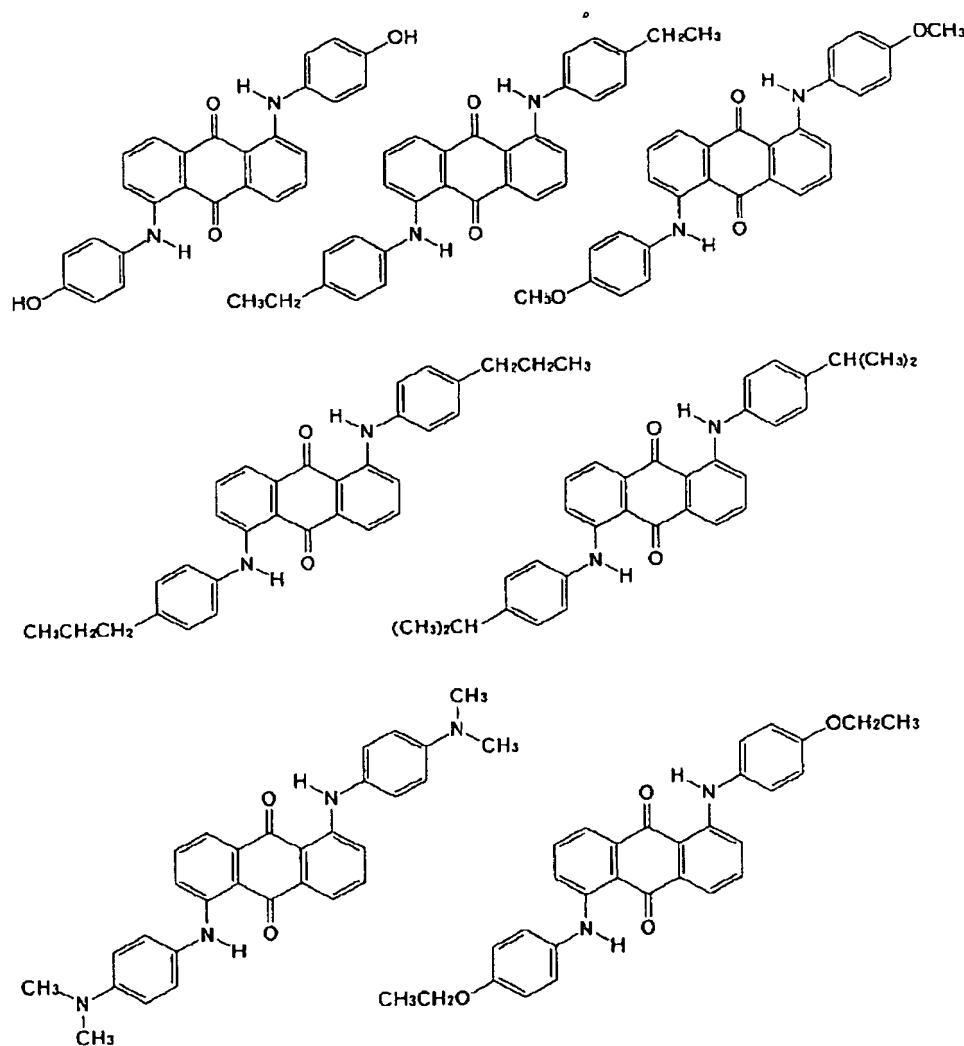
[Drawing 39]



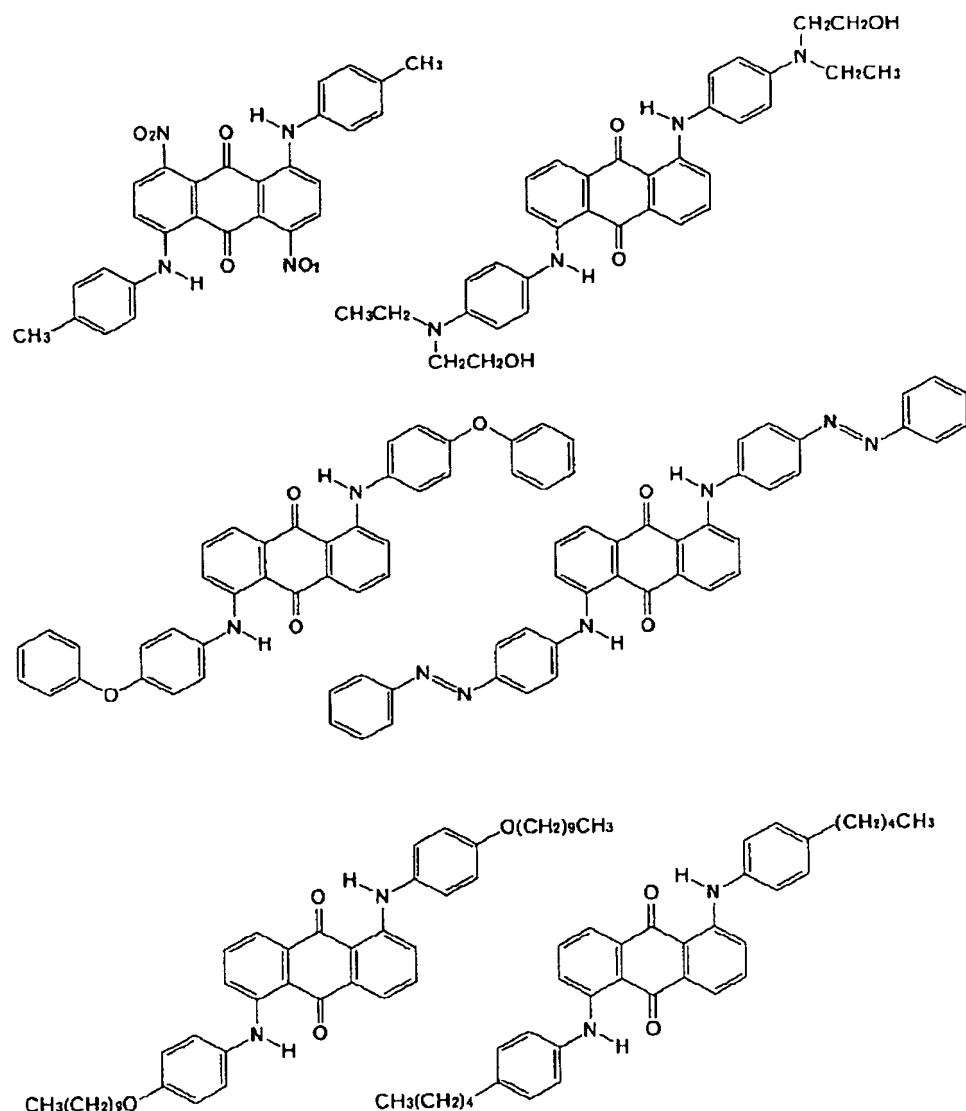
[Drawing 40][Drawing 41]



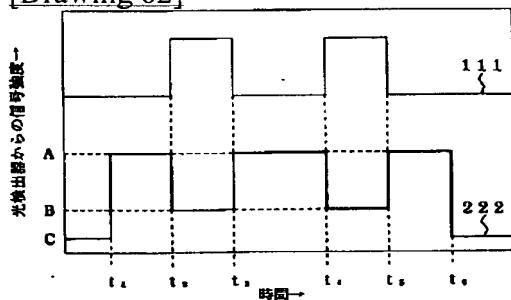
[Drawing 42]



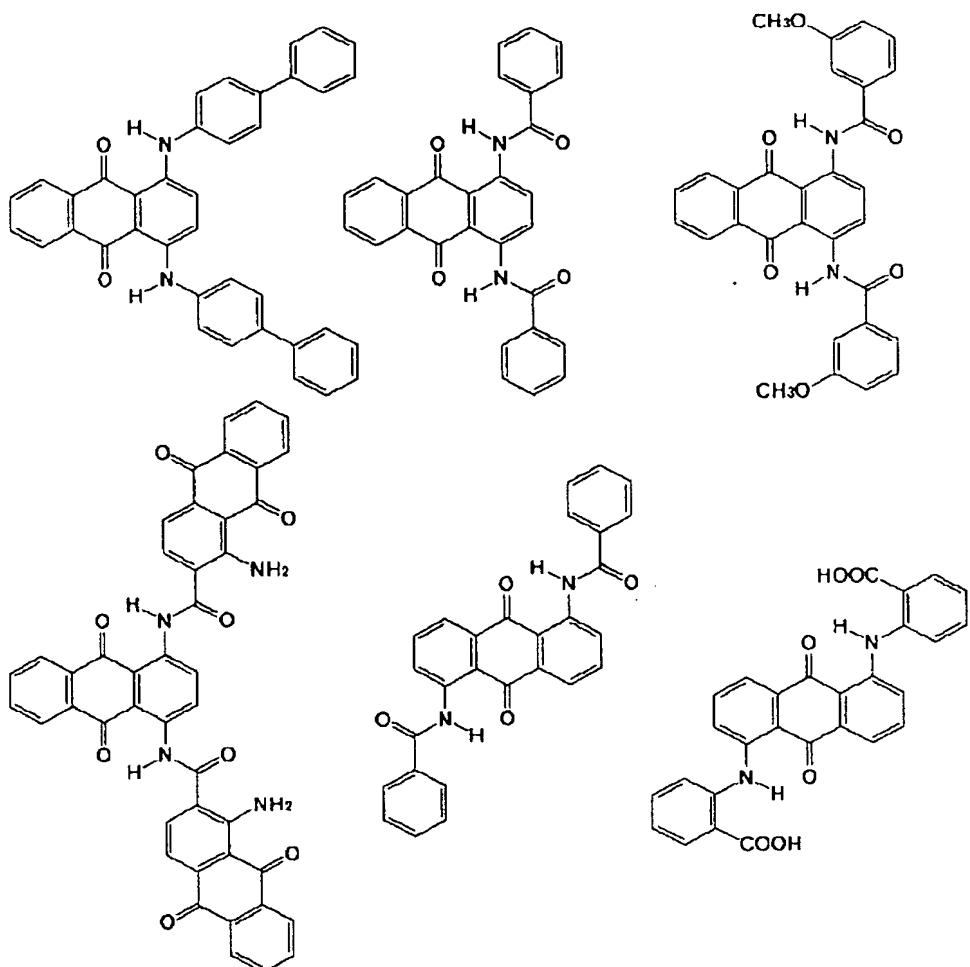
[Drawing 43]



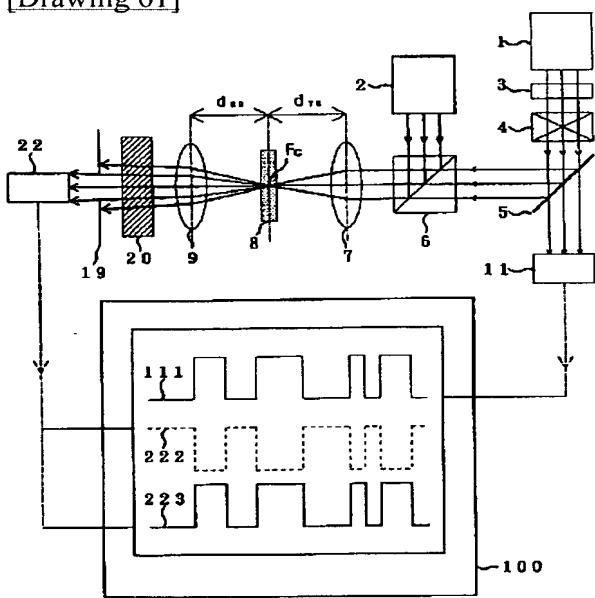
[Drawing 62]



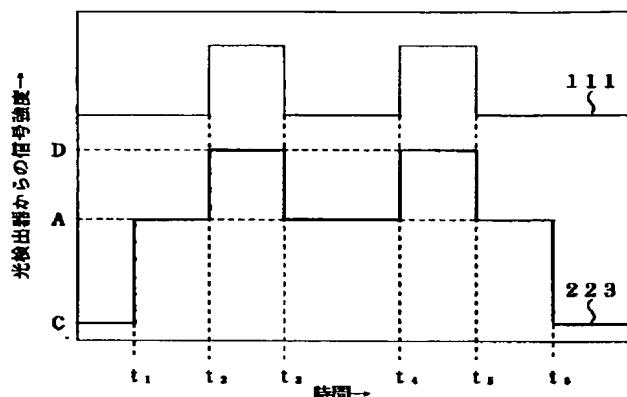
[Drawing 44]



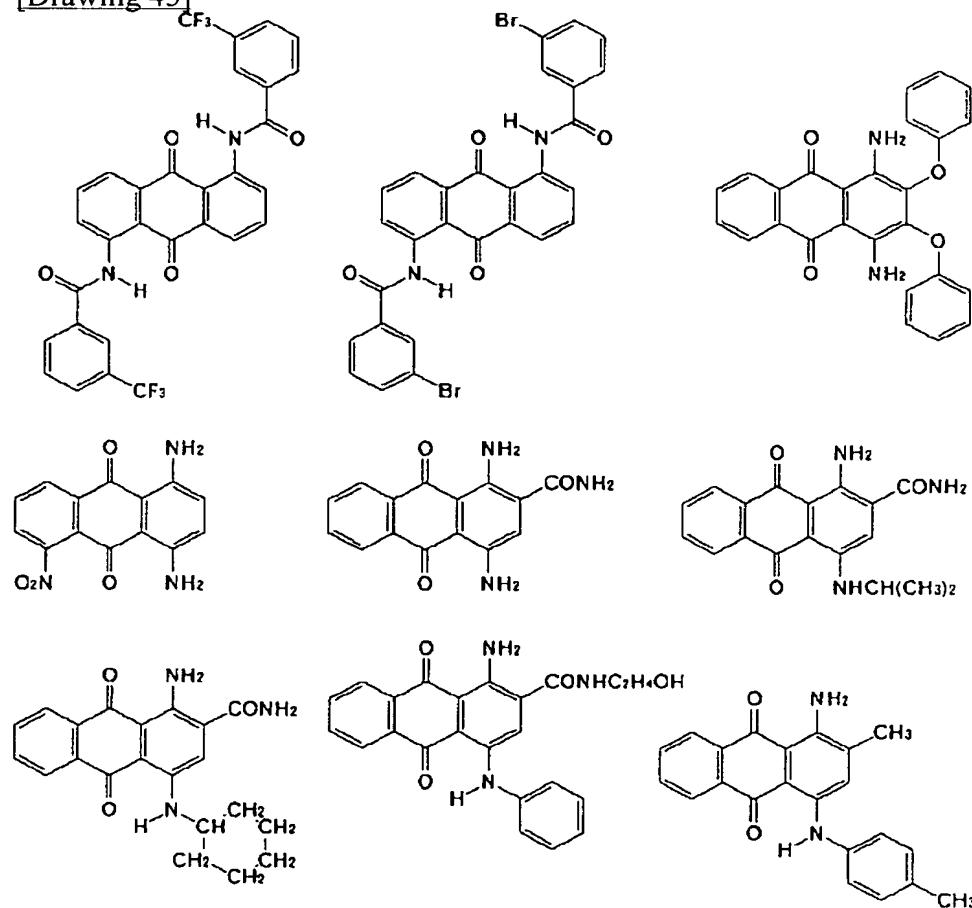
[Drawing 61]



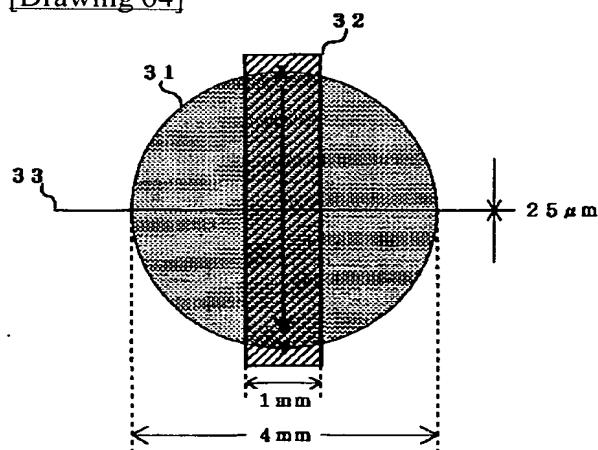
[Drawing 63]



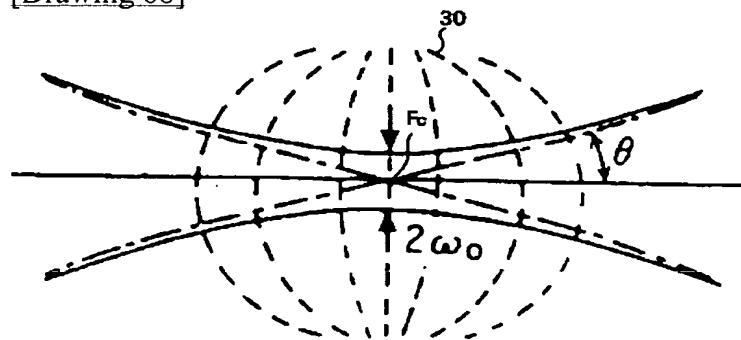
[Drawing 45]



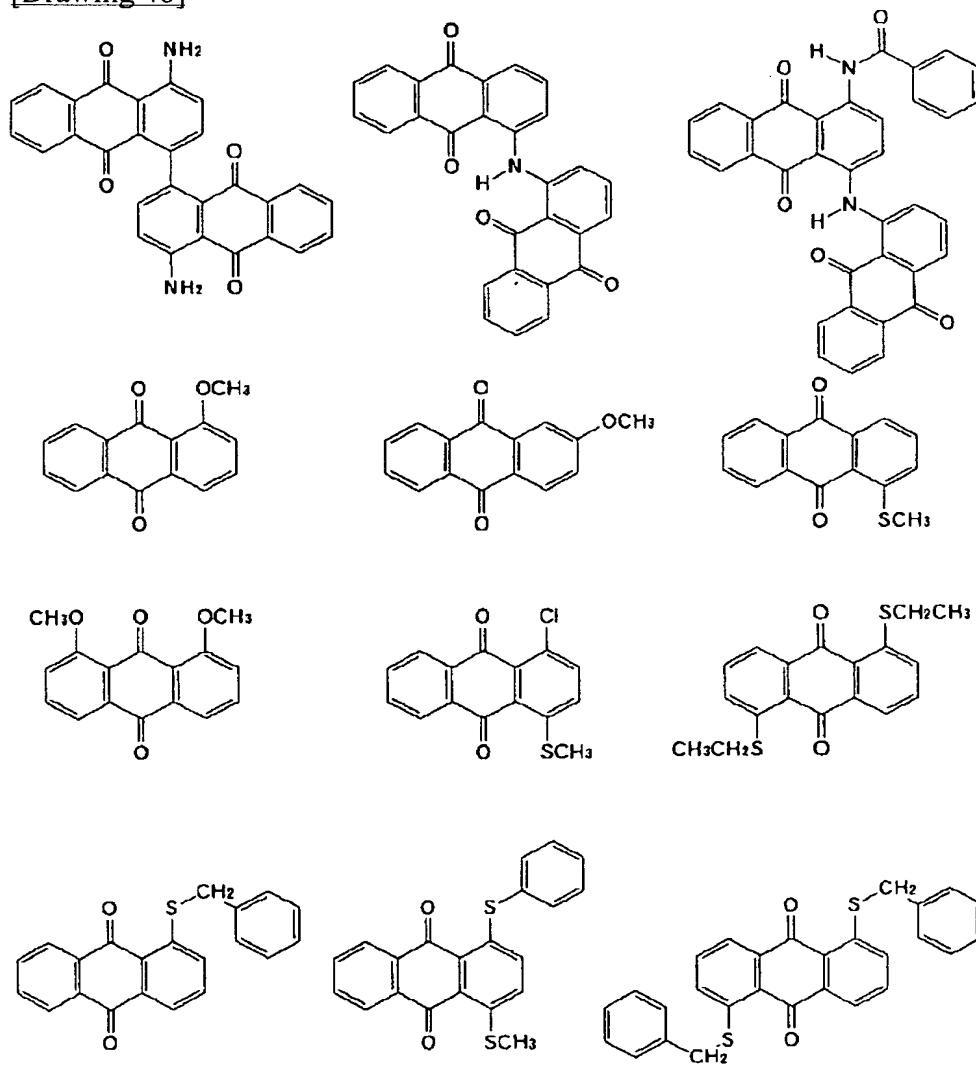
[Drawing 64]



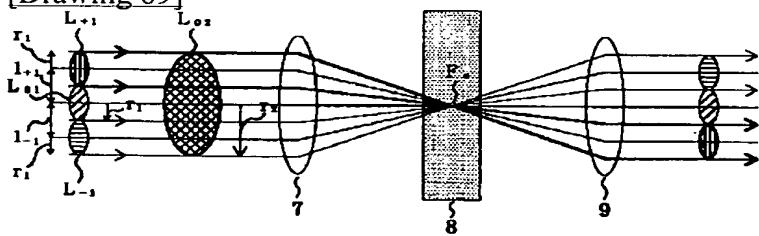
[Drawing 68]



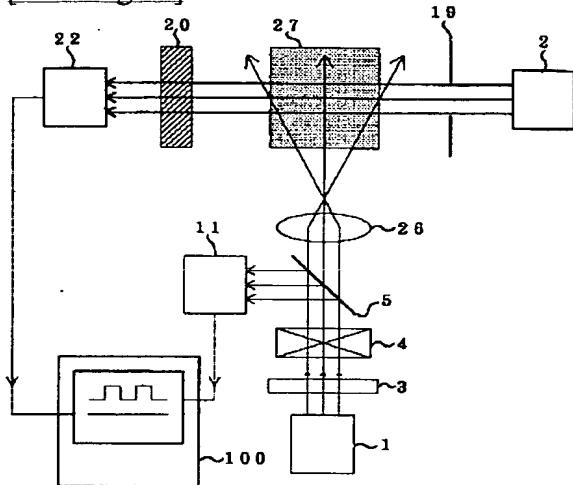
[Drawing 46]



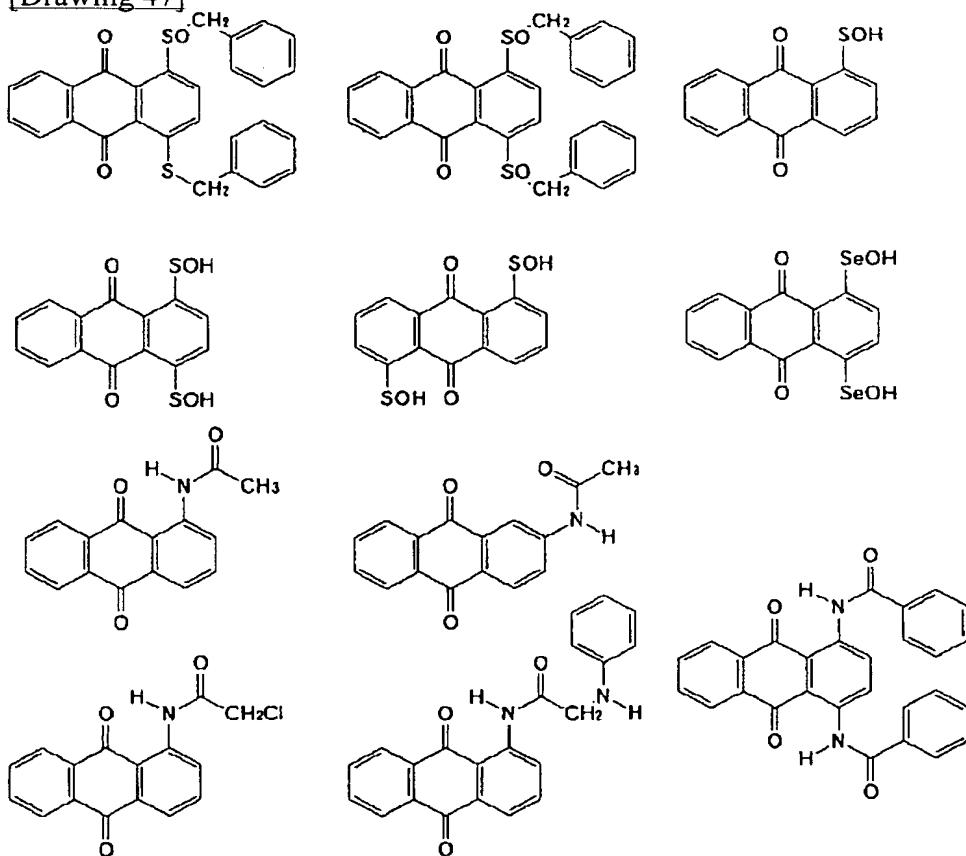
[Drawing 69]



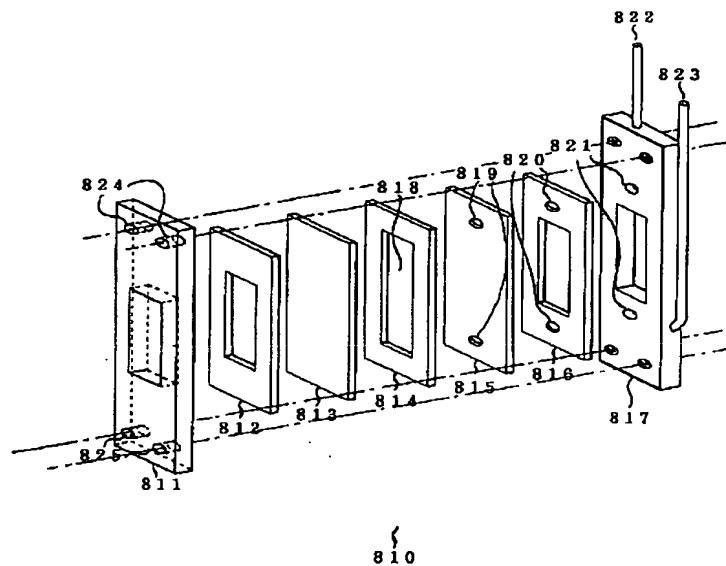
[Drawing 73]



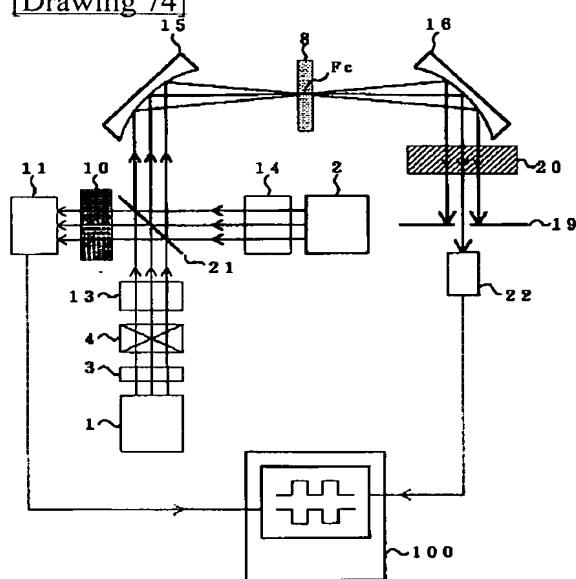
[Drawing 47]



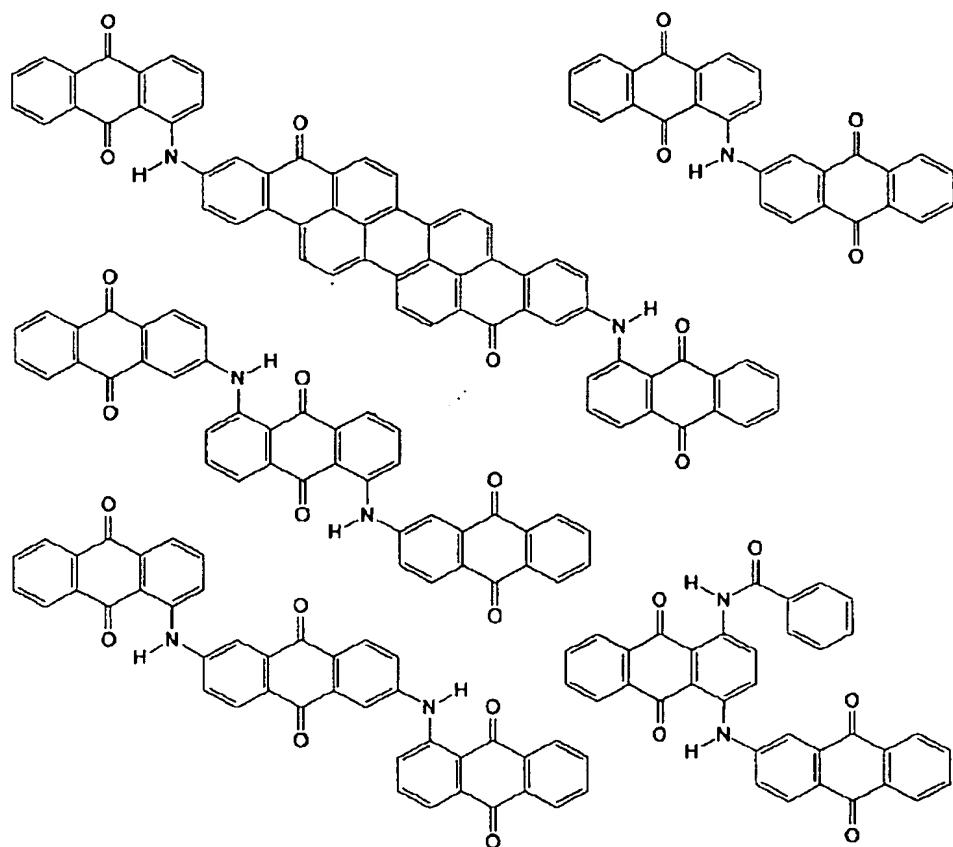
[Drawing 71]



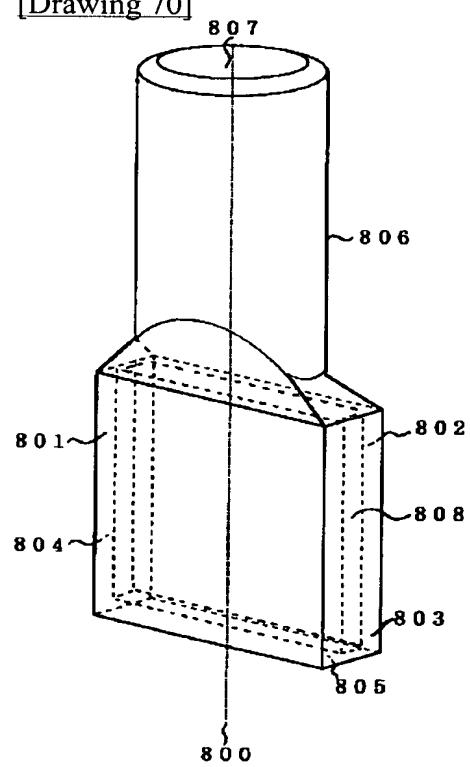
[Drawing 74]



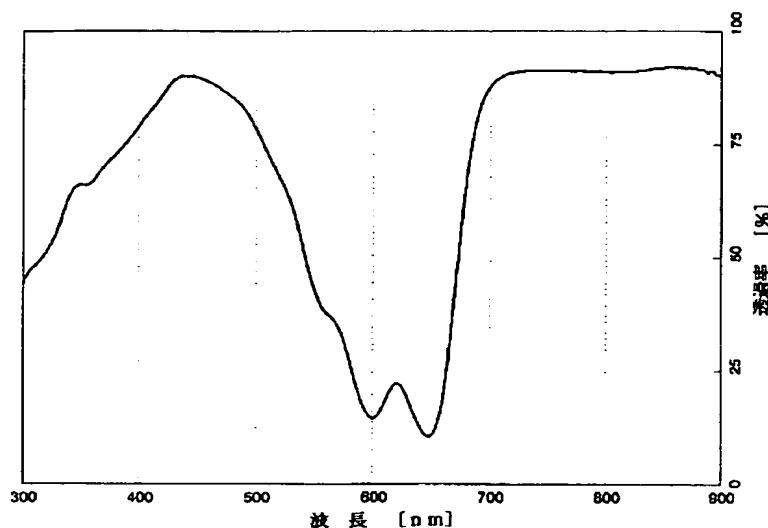
[Drawing 48]



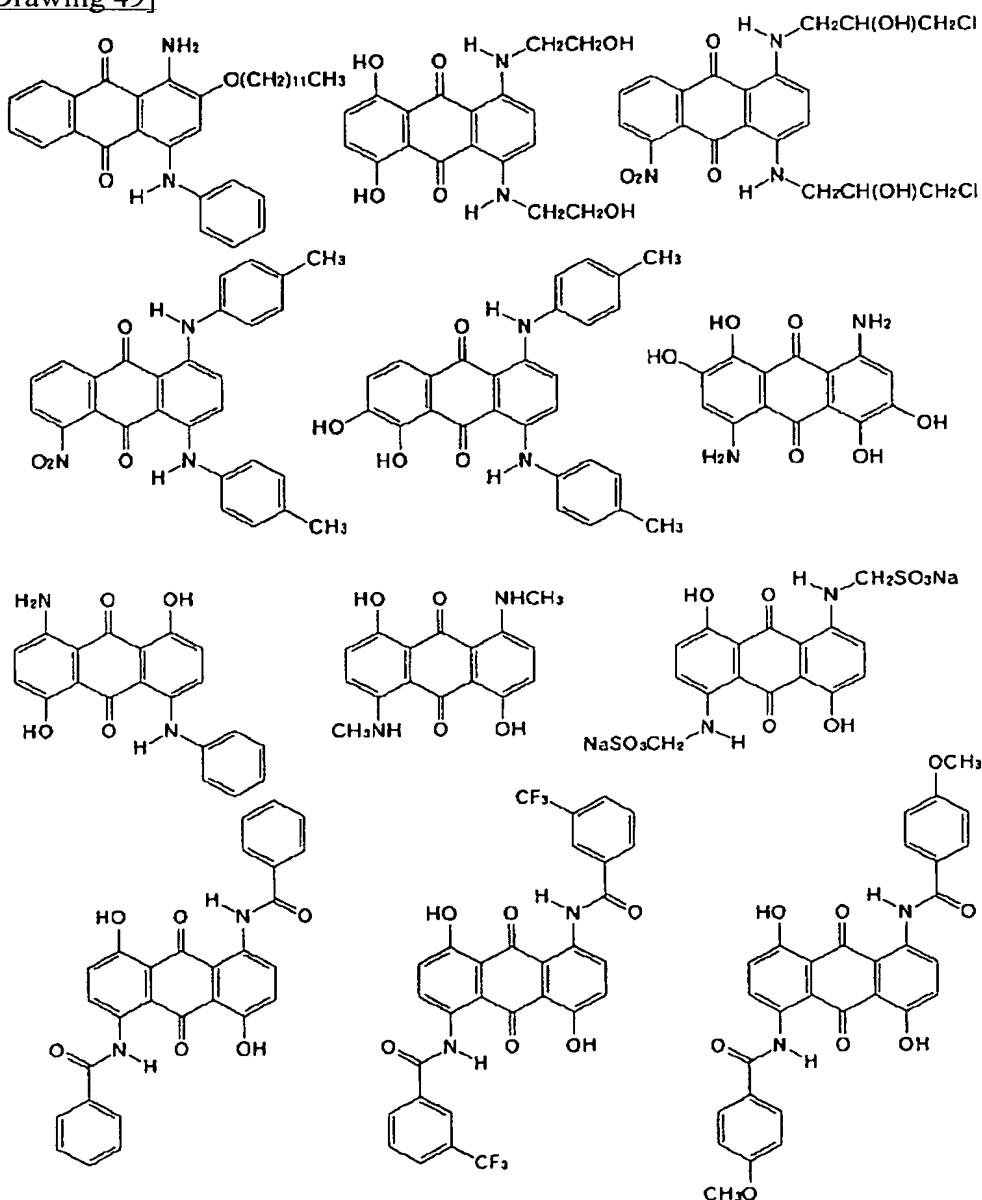
[Drawing 70]



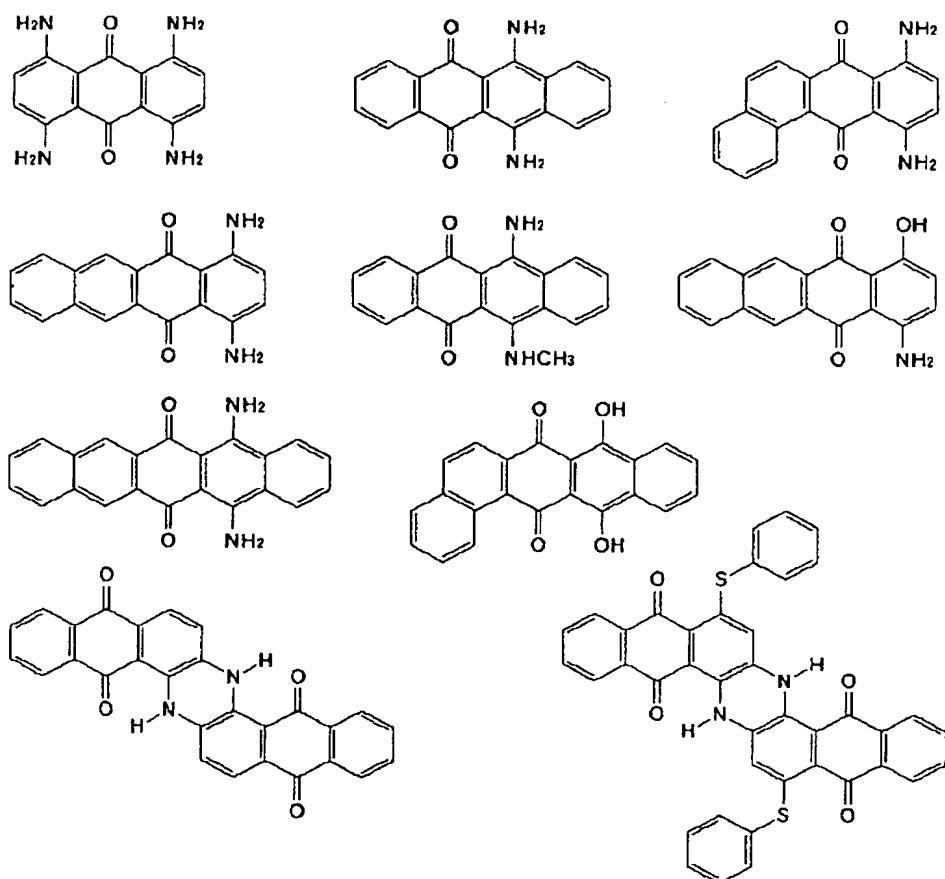
[Drawing 72]



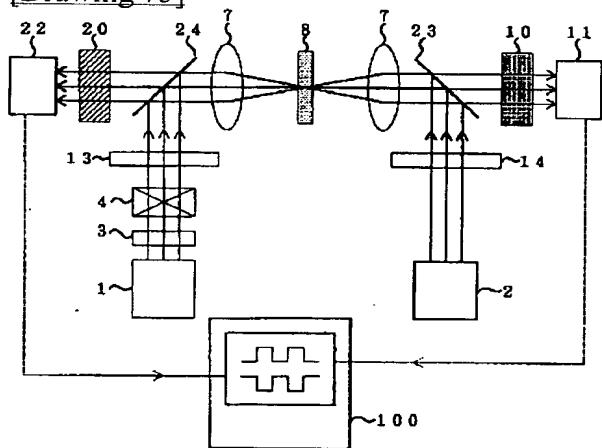
[Drawing 49]



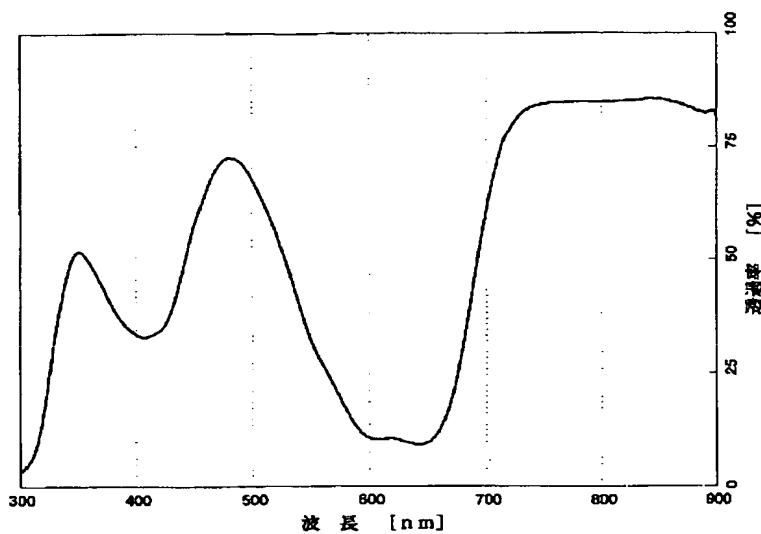
[Drawing 50]



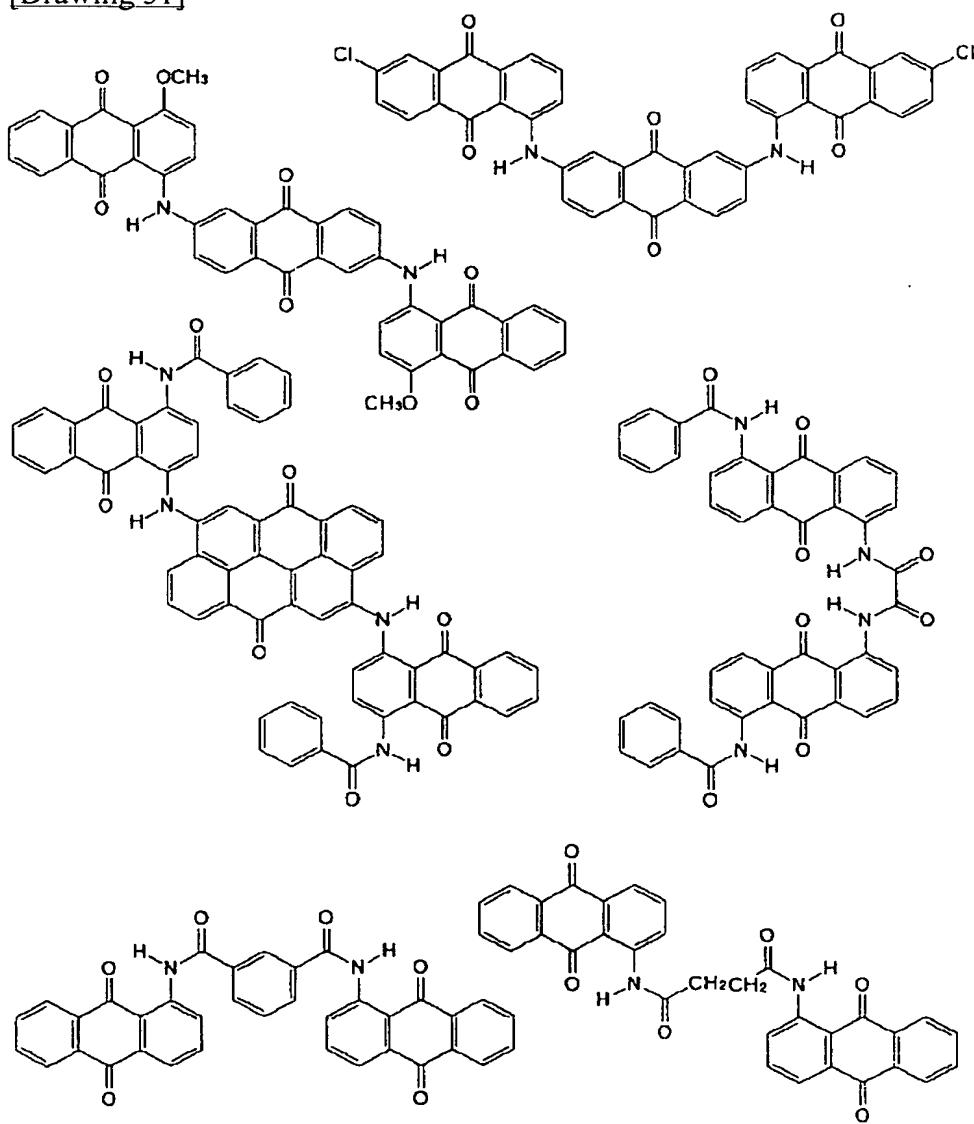
[Drawing 75]



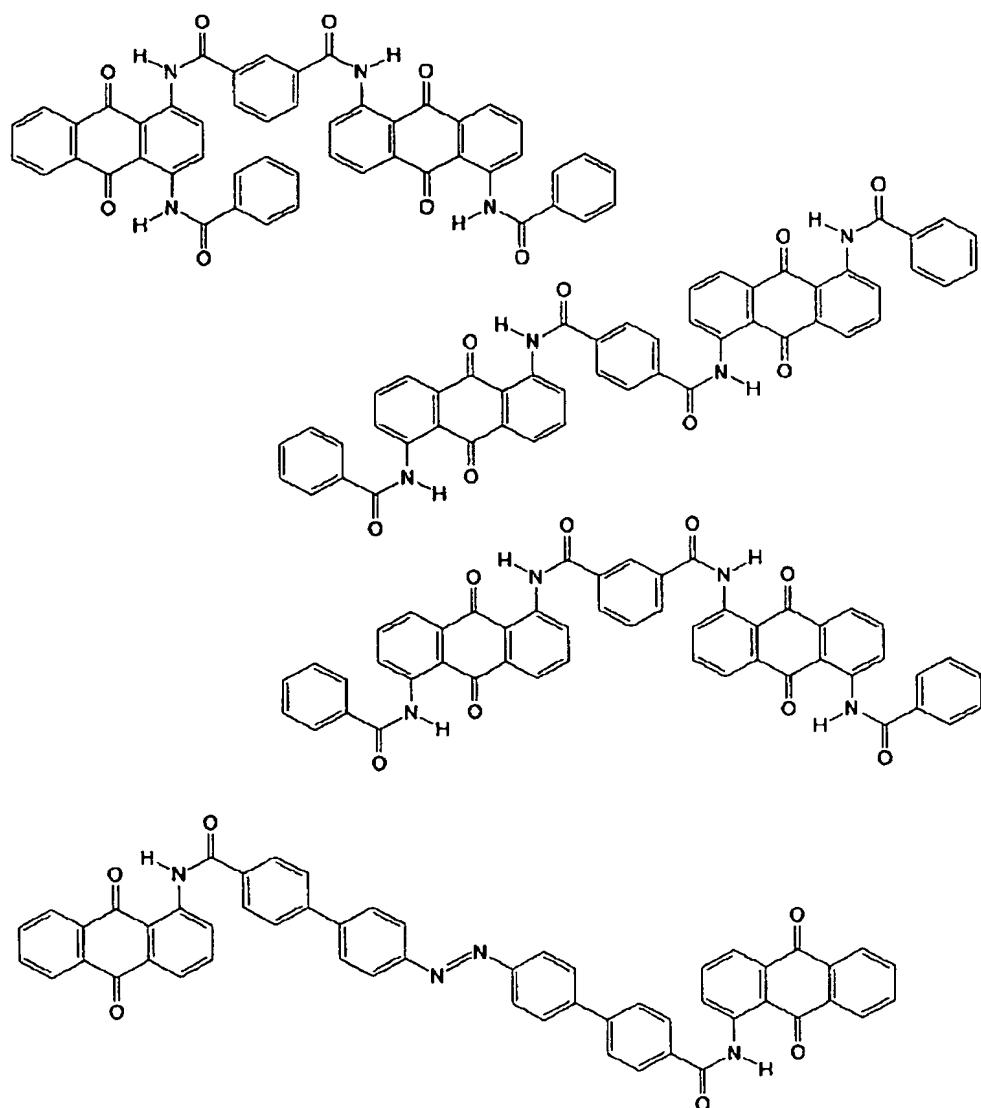
[Drawing 76]



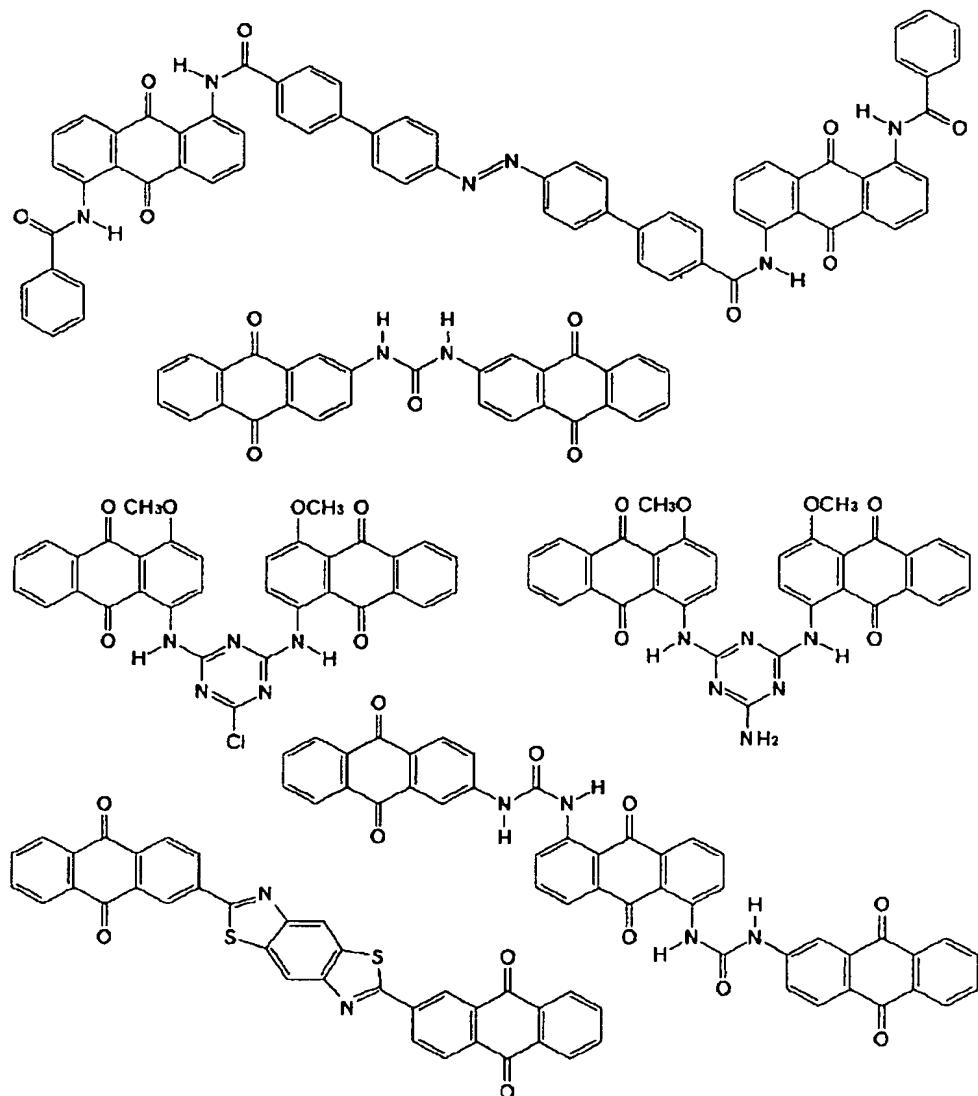
[Drawing 51]



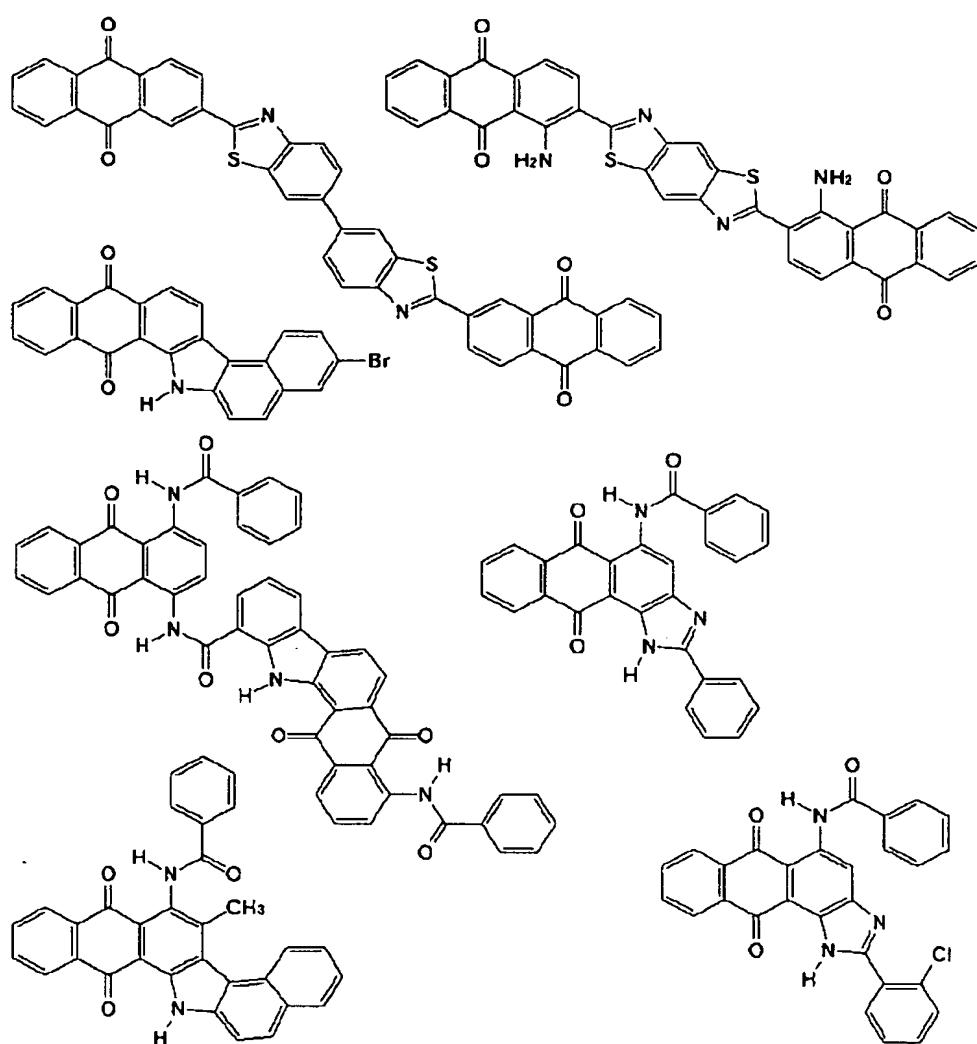
[Drawing 52]



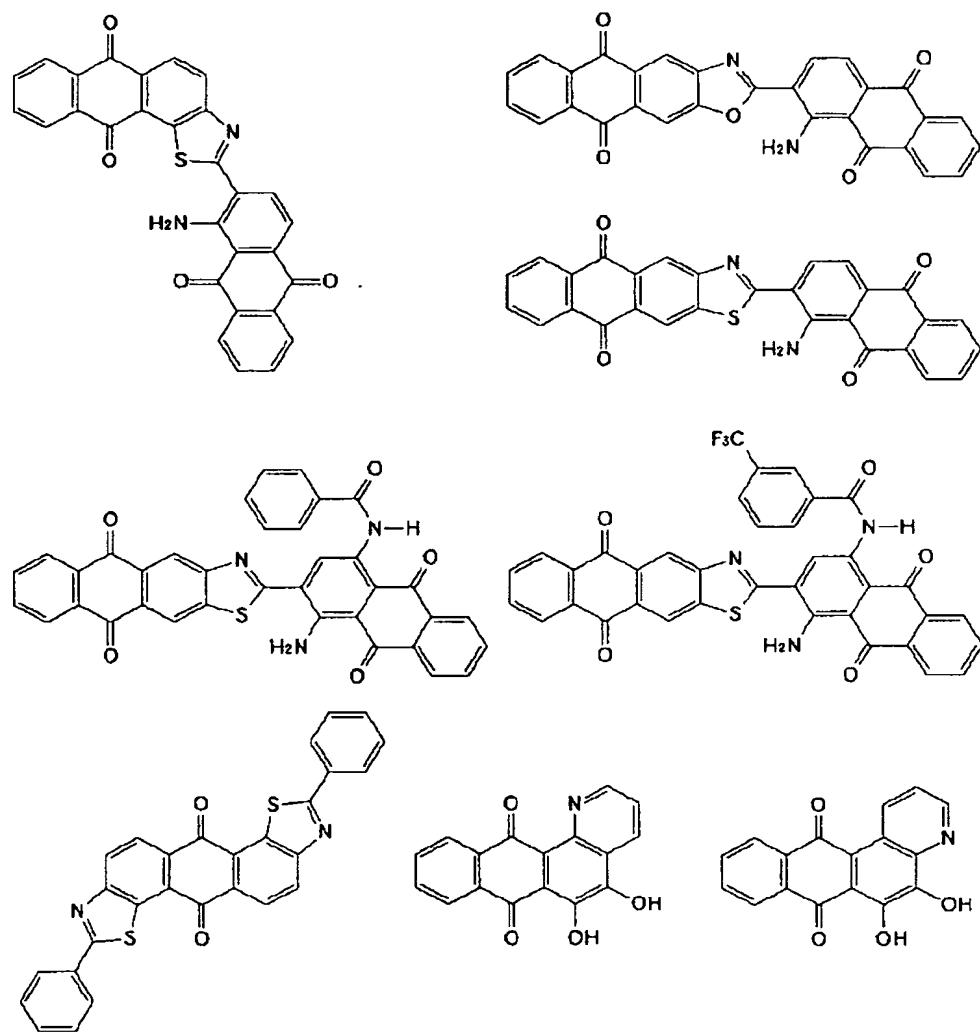
[Drawing 53]



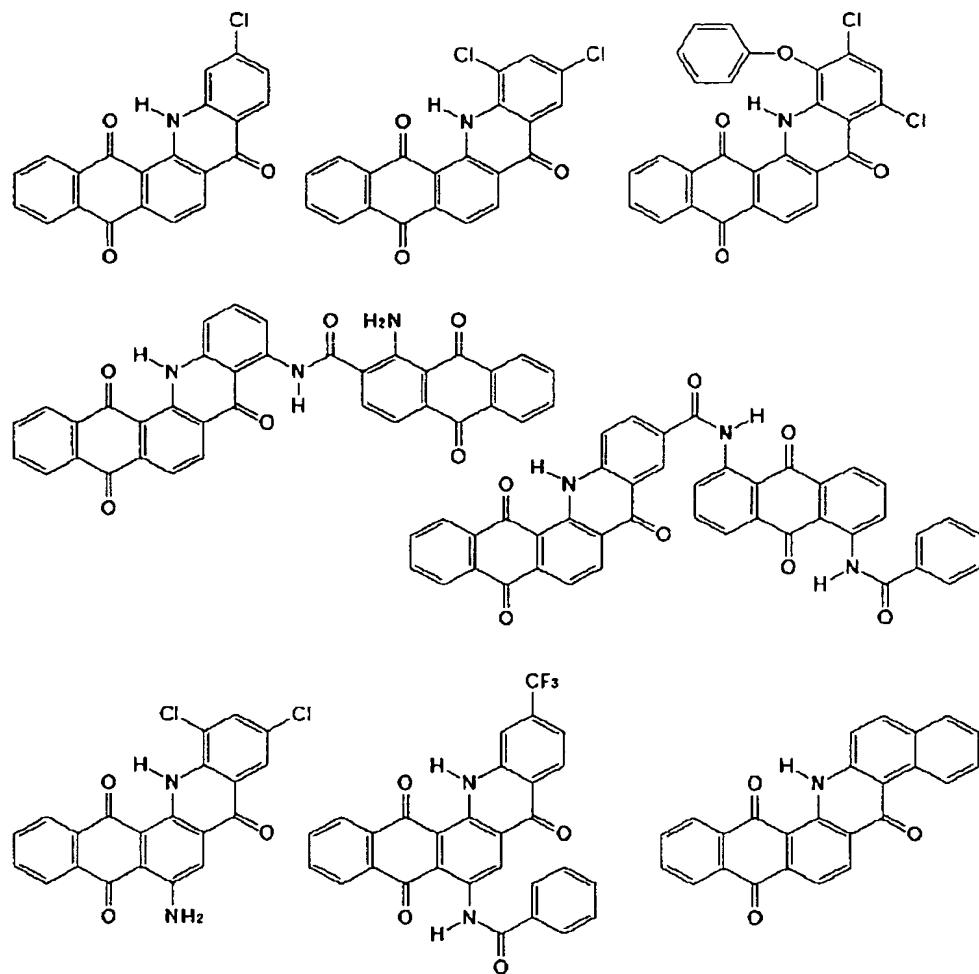
[Drawing 54]



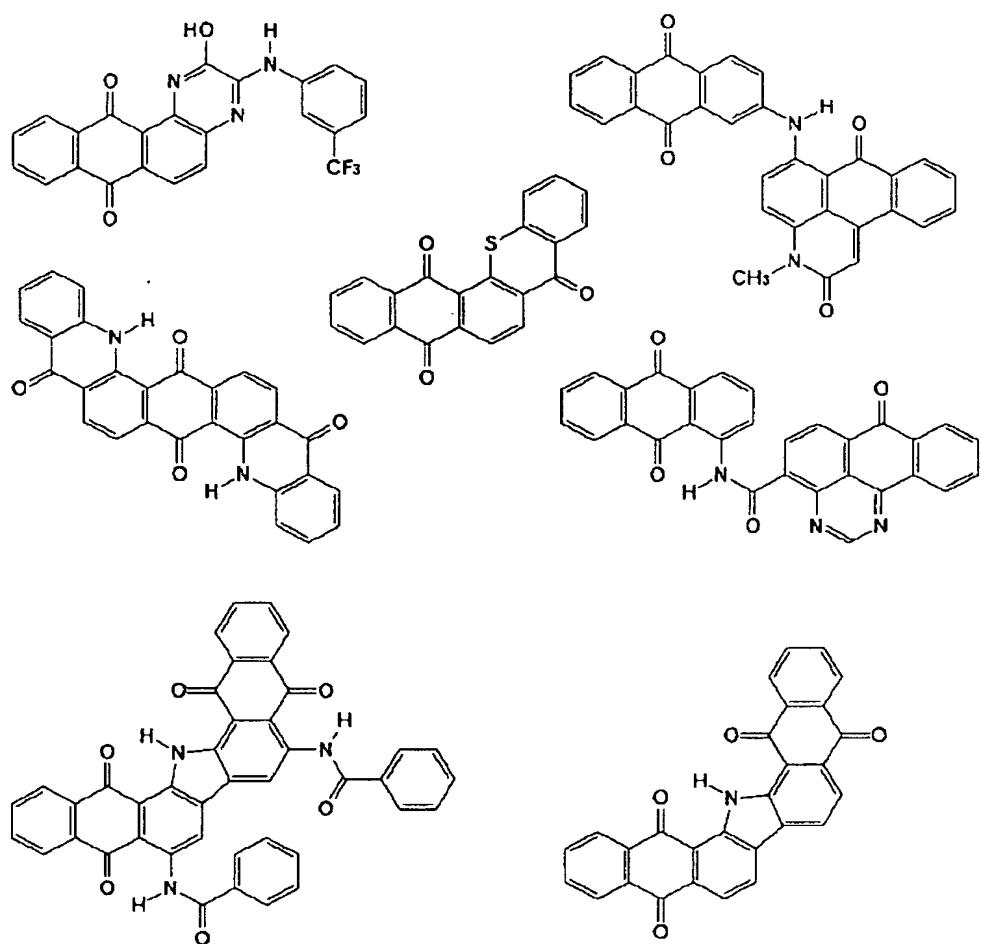
[Drawing 55]



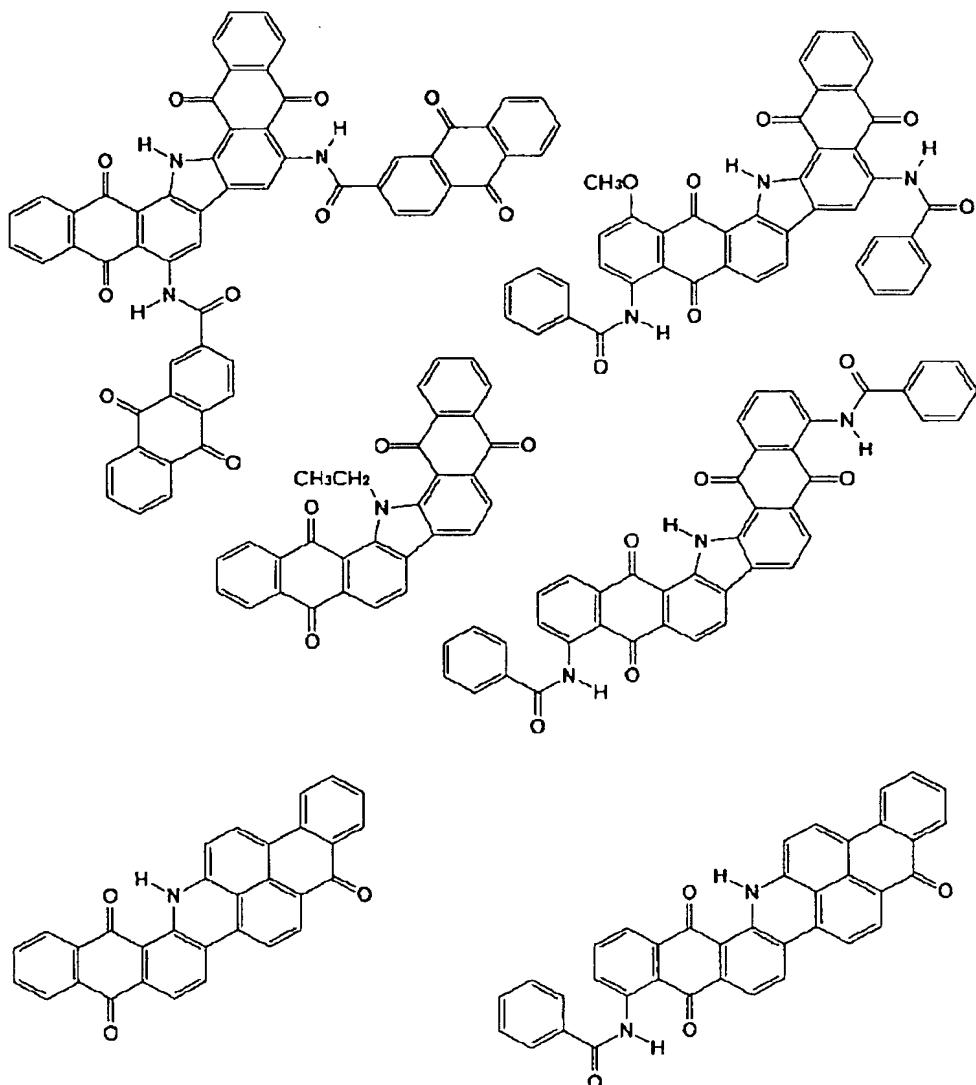
[Drawing 56]



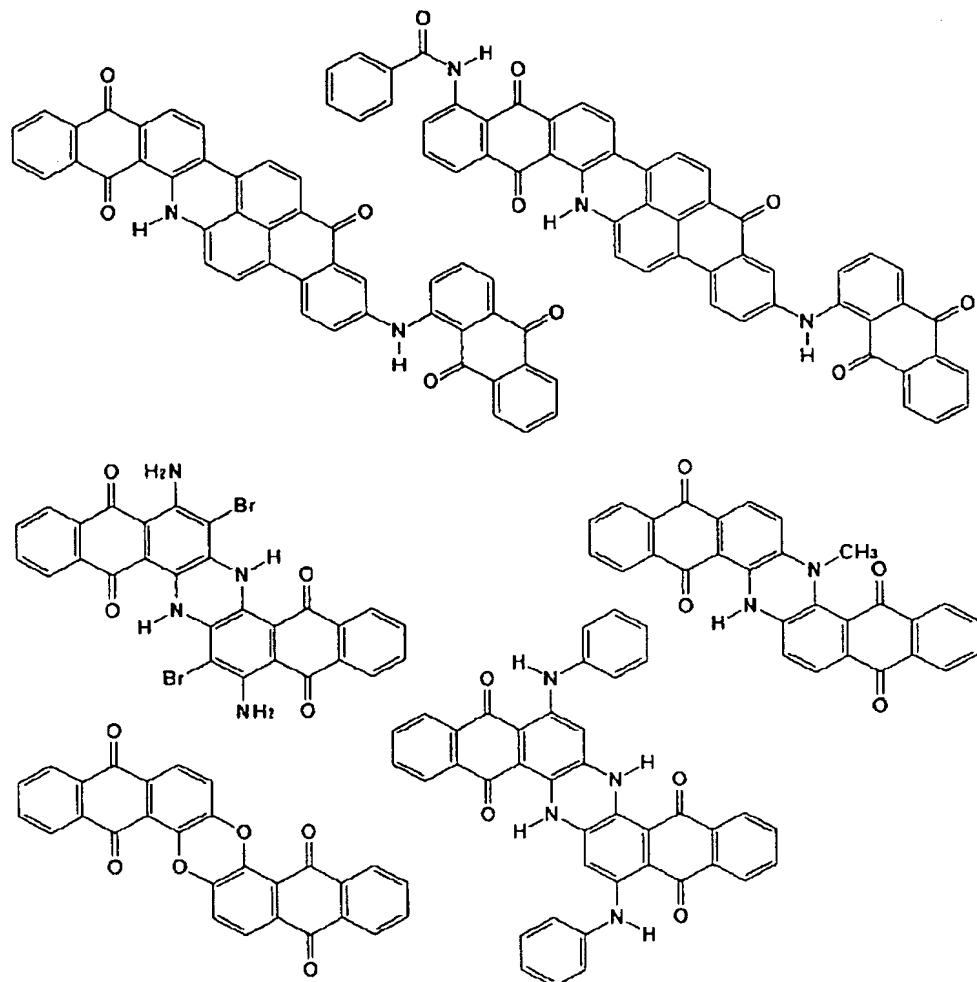
[Drawing 57]



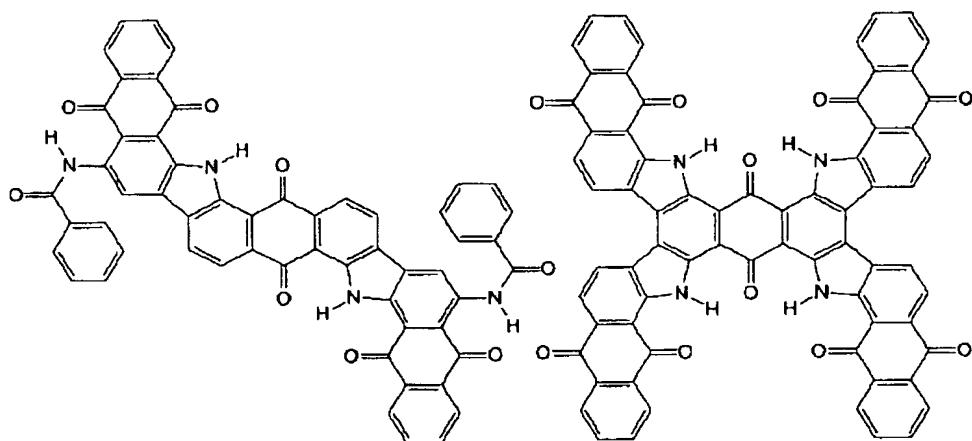
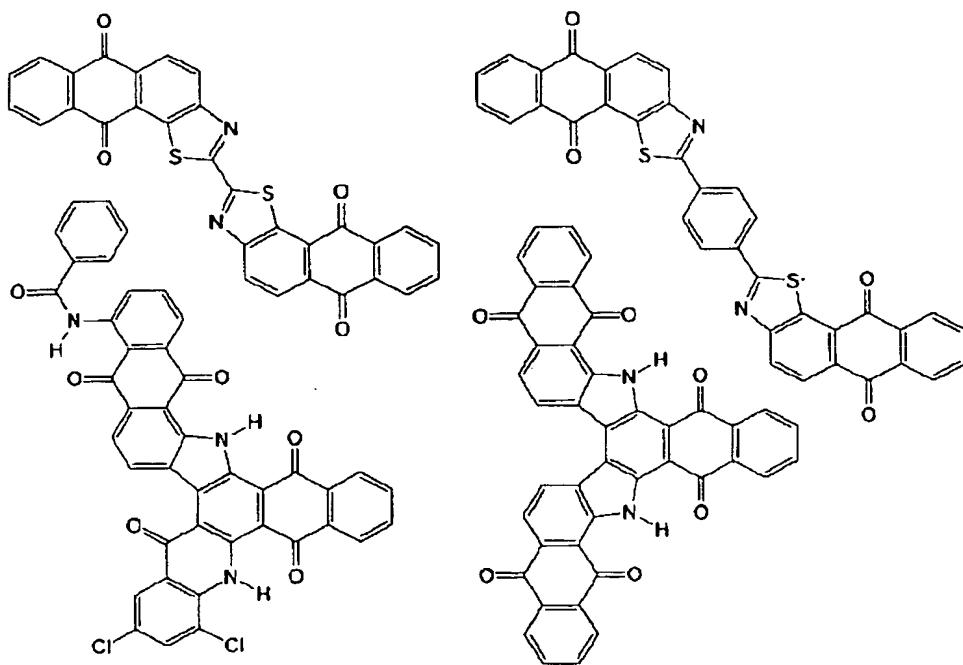
[Drawing 58]



[Drawing 59]



[Drawing 60]



---

[Translation done.]

**LIGHT-CONTROLLING METHOD AND LIGHT-CONTROLLING DEVICE**

**Patent number:** JP10148852  
**Publication date:** 1998-06-02  
**Inventor:** TANAKA NORIO; TAKARADA SHIGERU;  
 YANAGIMOTO HIROMITSU; TSUJITA KOJI; UENO  
 ICHIRO  
**Applicant:** DAINICHISEIKA COLOR CHEM; VICTOR COMPANY  
 OF JAPAN

**Classification:**  
 - international: G02F1/17; G02F1/19; G02F1/35; G02F1/361;  
 G02F1/01; G02F1/35; (IPC1-7): G02F1/17; G02F1/35

- european:

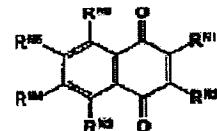
**Application number:** JP19960306692 19961118

**Priority number(s):** JP19960306692 19961118

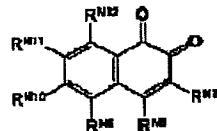
[Report a data error here](#)

**Abstract of JP10148852**

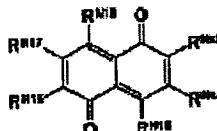
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain photoresponsiveness with enough intensity and good reproducibility by using an photoresponding compsn. containing a kind of specified naphthoquinone deriv. and/or specified anthraquinone deriv. to constitute an optical element. **SOLUTION:** Optical paths of control light and signal light are arranged in such a manner that the control light and the signal light are independently converged to irradiate an optical element and that the area near the focus having the highest photon density of each light overlaps each other in the optical element. In this method, the optical element consists of a photoresponding compsn. containing one kind of naphthoquinone deriv. expressed by formulae I to IV and/or anthraquinone deriv. expressed by formula V. In formulae, RN<1> to RN<24> are independently hydrogen atoms, compds. of group IV elements (C, Si, Ge, Sn, Pd), compds. of group V elements (N, P, As, Sb, Bi), compds. of groups VI elements (O, S, Se, Te, Po) or univalent substituents derived from group VII elements (F, Cl, Br, I).



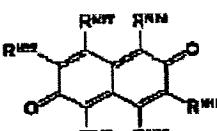
I



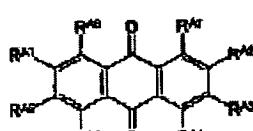
II



III



IV



V

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-148852

(43) 公開日 平成10年(1998)6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/17  
1/35

識別記号  
5 0 4

F I  
G 0 2 F 1/17  
1/35 5 0 4

審査請求 未請求 請求項の数17 O.L (全 78 頁)

(21) 出願番号 特願平8-306692

(22) 出願日 平成8年(1996)11月18日

(71) 出願人 000002820  
大日精化工業株式会社  
東京都中央区日本橋馬喰町1丁目7番6号  
(71) 出願人 000004329  
日本ピクター株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地  
(72) 発明者 田中 教雄  
東京都足立区堀之内1丁目9番4号 大日  
精化工業株式会社東京製造事業所内  
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

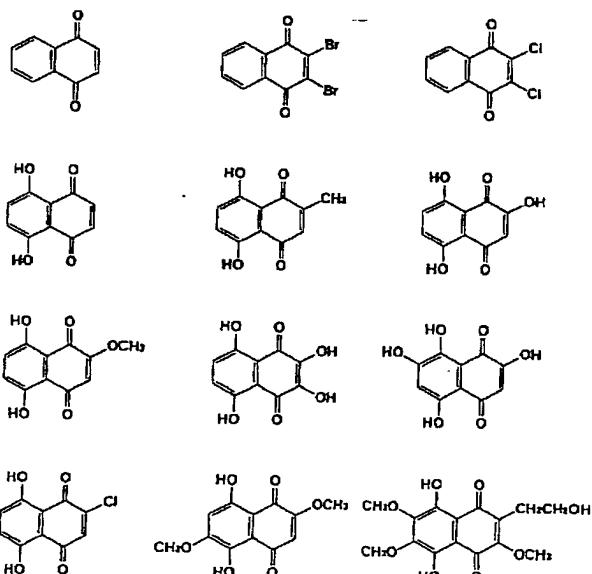
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光制御方法および光制御装置

(57) 【要約】

【目的】 充分な大きさおよび速度の光応答を再現性良く光応答性の光学素子から引き出すような光制御方法および光制御装置を提供する。

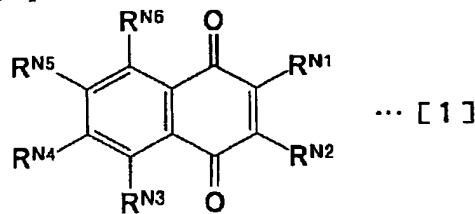
【構成】 光源1から制御光が、光源2から信号光が射出する。制御光および信号光は集光レンズ7で収束され、光学素子8に照射される。受光レンズ9および波長選択透過フィルター20を経て光検出器22で信号光のみが検出される。制御光のON、OFFにより信号光の透過率が可逆的に増減し、信号光の強度変調が実現する。受光レンズの開口数を集光レンズの開口数よりも実質的に小さく設定することにより、充分な大きさおよび速度の光応答をナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を含有する光応答性の光学素子から引き出すことが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

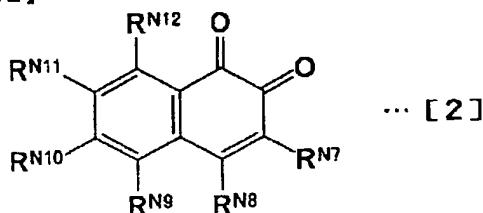
【請求項 1】 光応答性組成物から成る光学素子に、前記光学素子が感應する波長の制御光を照射し、制御光とは異なる波長帯域にある信号光の透過率および／または屈折率を可逆的に変化させることにより前記光学素子を透過する前記信号光の強度変調および／または光束密度変調を行う光制御方法において、前記制御光および前記信号光を各々収束させて前記光学素子へ照射し、かつ、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が前記光学素子中において互いに重なり合うように、前記制御光および前記信号光の光路をそれぞれ配置した光制御方法であり、更に、前記光学素子が、下記の式 [1] から [4] のいずれかで表されるナフトキノン誘導体および／または下記の式 [5] で表されるアントラキノン誘導体の少なくとも 1 種類を含有する光応答性組成物から成ることを特徴とする光制御方法。

## 【化 1】



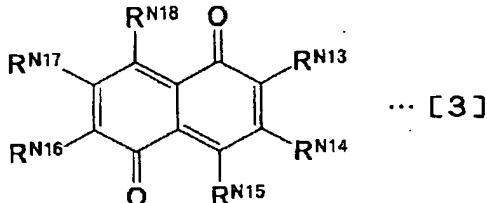
(式 [1] 中において、R<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>は、各々、水素原子、第Ⅴ族元素(C, Si, Ge, Sn, Pb)の化合物、第Ⅵ族元素(N, P, As, Sb, Bi)の化合物、第Ⅶ族元素(O, S, Se, Te, Po)の化合物、または、第Ⅷ族元素(F, Cl, Br, I)から導かれる1価の置換基を表し、これらの置換基は互いに相異なる場合、また、隣接する2個の置換基が互いに結合して環を形成する場合を含む。)

## 【化 2】



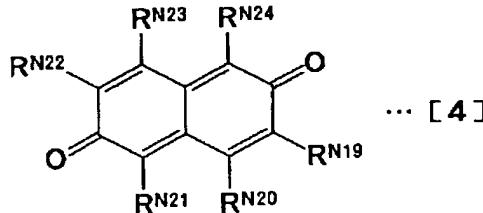
(式 [2] 中において、R<sup>N7</sup>ないしR<sup>N12</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

## 【化 3】



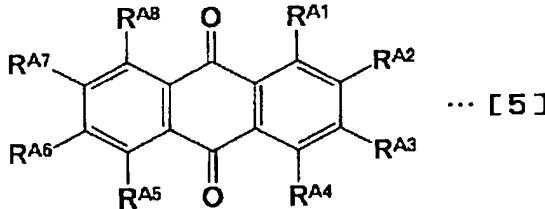
(式 [3] 中において、R<sup>N13</sup>ないしR<sup>N18</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

## 【化 4】



(式 [4] 中において、R<sup>N19</sup>ないしR<sup>N24</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

## 【化 5】



(式 [5] 中において、R<sup>A1</sup>ないしR<sup>A8</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

【請求項 2】 請求項 1 記載の光制御方法において、前記制御光および前記信号光を前記光学素子中において実質的に同一光路で伝搬させることを特徴とする光制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の光制御方法において、

前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出すことを特徴とする光制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 または 2 記載の光制御方法において、

前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束を、前記信号光光線束の発散角度よりも小さい角度範囲(開口角)で取り出すことによって、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出すことを特徴とする光制御方法。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれか記載の光制御方法において、

前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前

記光学素子との位置関係を変化させることにより、前記制御光の照射によって、前記光学素子を透過した前記信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答と、前記信号光の見かけの強度が増大する光応答との、どちらか一方を選択して取り出すことを特徴とする光制御方法。

【請求項6】 請求項1から5のいずれか記載の光制御方法において、前記光応答性組成物が液体であり、かつ、前記液状光応答性組成物を充填した光学セルを前記光学素子として用いることを特徴とする光制御方法。

【請求項7】 請求項6記載の光制御方法であって、前記液状光応答性組成物が揮発性溶剤を含有することを特徴とする光制御方法。

【請求項8】 光応答性組成物から成る光学素子に、前記光学素子が感応する波長の制御光を照射し、制御光とは異なる波長帯域にある信号光の透過率および／または屈折率を可逆的に増減させることにより前記光学素子を透過する前記信号光の強度変調および／または光束密度変調を行う光制御方法に用いられる光制御装置であつて、

前記制御光および前記信号光を各々収束させる収束手段を有し、収束された前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が互いに重なり合うように、前記制御光および前記信号光の光路をそれぞれ配置し、かつ、前記光学素子は、収束された前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が互いに重なり合う位置に配置され、更に、前記光学素子が、前記の式〔1〕から〔4〕のいずれかで表されるナフトキノン誘導体および／または前記の式〔5〕で表されるアントラキノン誘導体の少なくとも1種類を含有する光応答性組成物から成ることを特徴とする光制御装置。

【請求項9】 請求項8記載の光制御装置において、更に、前記制御光および前記信号光が前記光学素子中ににおいて実質的に同一光路で伝搬するような光路配置を有することを特徴とする光制御装置。

【請求項10】 請求項8または9記載の光制御装置において、前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段を有することを特徴とする光制御装置。

【請求項11】 請求項10記載の光制御装置において、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段として、前記光学素子へ前記信号光を収束させて入射させる際に用いた収束手段の開口数よりも小さい開口数の収束手段を用いることを特徴とする光制御装置。

【請求項12】 請求項10記載の光制御装置において、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段として、絞りを用いることを特徴とする光制御装置。

【請求項13】 請求項8から12のいずれか記載の光制御装置において、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前記光学素子との位置関係を変化させる移動手段を有し、前記移動手段を用いることによって、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前記光学素子との位置関係を変化させることにより、前記制御光の照射によって前記光学素子を透過した前記信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答と、前記信号光の見かけの強度が増大する光応答との、どちらか一方を選択して取り出すことを特徴とする光制御装置。

【請求項14】 請求項8から13のいずれか記載の光制御装置において、前記光学素子を透過してきた信号光と制御光の混合光を、信号光と制御光とに分離する手段を有することを特徴とする光制御装置。

【請求項15】 請求項8から14のいずれか記載の光制御装置において、前記光応答性組成物が液体であり、かつ、前記液状の光応答性組成物を充填した光学セルを前記光学素子として用いることを特徴とする光制御装置。

【請求項16】 請求項15記載の光制御装置において、前記液状光応答性組成物が揮発性溶剤を含有することを特徴とする光制御装置。

【請求項17】 請求項8から16のいずれか記載の光制御装置において、前記制御光および前記信号光を各々収束させる前記収束手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過してきた信号光と制御光の混合光を、信号光と制御光とに分離する手段が、前記光学素子に組み込まれた構造を有することを特徴とする光制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば光通信、光情報処理などの光エレクトロニクスおよびフォトニクスの分野において有用な、光応答性組成物から成る光学素子を用いる光制御方法および光制御装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】超高速情報伝達・処理を目的として、光

の多重性、高密度性に着目した光エレクトロニクスおよびフォトニクスの分野において、光学材料または光学組成物を加工して作成した光学素子に光を照射することで引き起こされる透過率や屈折率の変化を利用して、電子回路技術を用いずに、光の強度（振幅）または周波数（波長）を変調しようとする光・光制御方法の研究開発が盛んに進められている。また、光の特徴を活かして、並列光論理演算や画像処理を行おうとする場合、光ビーム（光線束）の断面に光強度分布変化など、何等かの変調を行うための「空間光変調器」が極めて重要であり、ここへも光・光制御方法の適用が期待される。

【0003】光・光制御方法への応用が期待される現象としては可飽和吸収、非線形屈折、フォトリラクティブ効果などの非線形光学効果、およびフォトクロミック現象が広く注目を集めている。

【0004】一方、第一の波長帯域の光で励起された分子が、分子構造の変化を伴わずに、第一の波長帯域とは異なる第二の波長帯域において新たに光吸収を起こす現象も知られており、これを「励起状態吸収」または「誘導吸収」、あるいは「過渡吸収」と呼ぶことができる。

【0005】励起状態吸収の応用を試みた例としては、例えば、特開昭53-137884号公報にはポルフィリン系化合物と電子受容体を含んだ溶液または固体に対して波長の異なる少なくとも2種類の光線を照射し、この照射により一方の波長の光線が有する情報を他方の光線の波長に移すような光変換方法が開示されている。また、特開昭55-100503号公報および特開昭55-108603号公報にはポルフィリン誘導体などの有機化合物の基底状態と励起状態の間の分光スペクトルの差を利用し、励起光の時間的な変化に対応して伝搬光を選択するような機能性の液体コア型光ファイバーが開示されている。また、特開昭63-89805号公報には光によって励起された三重項状態から更に上位の三重項状態への遷移に対応する吸収を有するポルフィリン誘導体などの有機化合物をコア中に含有しているプラスチック光ファイバーが開示されている。また、特開昭63-236013号公報にはクリプトシアニンなどのシアニン色素の結晶に第一の波長の光を照射して分子を光励起した後、第一の波長とは異なる第二の波長の光を前記分子に照射し、第一の波長の光による光励起状態によって第二の波長の光の透過または反射をスイッチングするような光機能素子が開示されている。また、特開昭64-73326号公報にはポルフィリン誘導体などの光誘起電子移動物質をマトリックス材料中に分散した光変調媒体に第一および第二の波長の光を照射して、分子の励起状態と基底状態の間の吸収スペクトルの差を利用して光変調するような光信号変調媒体が開示されている。

【0006】これら従来技術で用いられている光学装置の構成としては、特開昭55-100503号公報、特開昭55-108603号公報、および特開昭63-8

9805号公報には伝搬光の伝播する光ファイバーを励起光の光源（例えばフラッシュランプ）の周囲に巻きつけるような装置構成が開示されており、特開昭53-137884号公報および特開昭64-73326号公報には光応答性光学素子内部の信号光に相当する光の伝播している部分全体に信号光の光路とは別の方向から制御光に相当する光を収束させることなくむしろ投射レンズなどの手段によって発散させて照射するような装置構成が開示されている。

【0007】しかしながら、以上のような従来技術においては、実用に足りる大きさの透過率変化または屈折率変化（光応答）を引き起こすためには非常に高密度の光パワーを必要としたり、光照射に対する応答が遅かったり、光応答材料の耐久性が低かったりするため、実用に至るものはまだ得られていないのが現状である。

【0008】本出願人は、上記従来技術の有する課題を解消し、できる限り低い光パワーで充分な大きさおよび速度の光応答を光応答性の光学素子から引き出すような光制御方法および光制御装置に関する特許（特願平7-25618、8-151133、8-239314）および光応答性材料に関する特許（特願平7-58413、7-58414）を出願した。

#### 【0009】

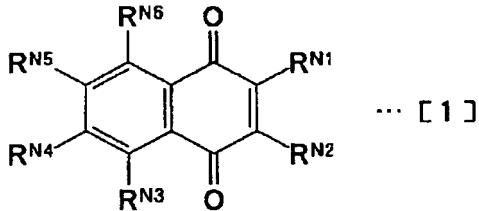
【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記課題を解決し、光応答を充分な大きさで再現性良く得るために光制御方法および光制御装置を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願の請求項1記載の発明に係る光制御方法は、光応答性組成物から成る光学素子に、前記光学素子が感応する波長の制御光を照射し、制御光とは異なる波長帯域にある信号光の透過率および／または屈折率を可逆的に変化させることにより前記光学素子を透過する前記信号光の強度変調および／または光束密度変調を行う光制御方法において、前記制御光および前記信号光を各々収束させて前記光学素子へ照射し、かつ、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が前記光学素子中において互いに重なり合うように、前記制御光および前記信号光の光路をそれぞれ配置した光制御方法であり、更に、前記光学素子が、下記の式【1】から【4】のいずれかで表されるナフトキノン誘導体および／または下記の式【5】で表されるアントラキノン誘導体の少なくとも1種類を含有する光応答性組成物から成ることを特徴とする。

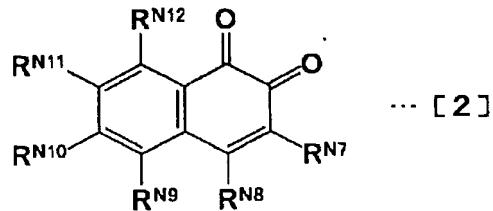
#### 【0011】

#### 【化6】



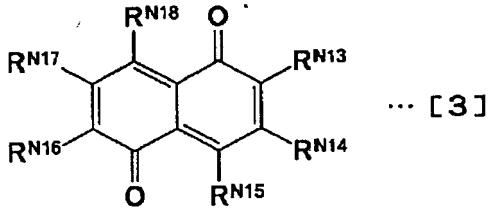
(式 [1] 中において、R<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>は、各々、水素原子、第Ⅳ族元素(C, Si, Ge, Sn, Pb)の化合物、第Ⅴ族元素(N, P, As, Sb, Bi)の化合物、第Ⅵ族元素(O, S, Se, Te, Po)の化合物、または、第Ⅶ族元素(F, Cl, Br, I)から導かれる1価の置換基を表し、これらの置換基は互いに相異なる場合、また、隣接する2個の置換基が互いに結合して環を形成する場合を含む。)

【化7】



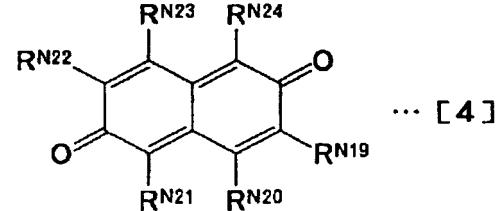
(式 [2] 中において、R<sup>N7</sup>ないしR<sup>N12</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

【化8】



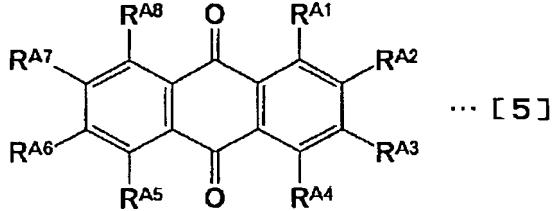
(式 [3] 中において、R<sup>N13</sup>ないしR<sup>N18</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

【化9】



(式 [4] 中において、R<sup>N19</sup>ないしR<sup>N24</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

【化10】



(式 [5] 中において、R<sup>A1</sup>ないしR<sup>A8</sup>は、式 [1] におけるR<sup>N1</sup>ないしR<sup>N6</sup>と同義である。)

前記の式 [1] ないし [5] において、第Ⅳ族元素(C, Si, Ge, Sn, Pb)の化合物から導かれる1価の置換基(R<sup>N1</sup>ないしR<sup>N24</sup>, R<sup>A1</sup>ないしR<sup>A8</sup>)の具体例は、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、シクロプロピル基、n-ブチル基、t-エト-ブチル基、n-ペンチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、イソオクチル基、n-ノニル基、n-デシル基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-オクタデシル基、ビニル基、2-プロペニル基、ベンジル基、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、アントリル基、2, 4-ジメトキシフェニル基、ピリジル基、メトキシ基、エトキシ基、n-ブロキシ基、n-ペントキシ基、n-ヘキシルオキシ基、n-ヘプトキシ基、n-オクチルオキシ基、n-ノニルオキシ基、n-デシルオキシ基、n-ウンデシルオキシ基、n-ドデシルオキシ基、n-オクタデシルオキシ基、ベンジルオキシ基、フェノキシ基、アセチル基、メトキシカルボニル基、ベンゾイル基、カルボキシル基(-COOH)、カルバモイル基(-CONH<sub>2</sub>)、シアノ基、トリメチルシリル基、ジメチルフェニルシリル基、トリメチルシロキシ基、トリメチルゲルミル基、メチルジフェニルゲルミル基、トリメチル錫基、トリエチル鉛基などの他、芳香族炭化水素または複素環化合物から導かれる1価の基などである。これらのうち、カルボキシル基は金属塩を形成していても良く、更に、他の金属塩と錯体を形成しても良い。

【0012】前記の式 [1] ないし [5] において、第Ⅴ族元素(N, P, As, Sb, Bi)の化合物から導かれる1価の置換基(R<sup>N1</sup>ないしR<sup>N24</sup>, R<sup>A1</sup>ないしR<sup>A8</sup>)の具体例は、例えば、アミノ基、メチルアミノ基、エチルアミノ基、プロピルアミノ基、ブチルアミノ基、ベンジルアミノ基、フェニルアミノ基、4-フェニルアゾフェニルアミノ基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、メチルプロピルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジベンジルアミノ基、エチルフェニルアミノ基、4-(ジメチルアミノ)ブチル基、6-(ジエチルアミノ)ヘキシルオキシ基、アセチルアミノ基、ベンゾイルアミノ基、N-メチルアセチルアミノ基、シクロヘキシルアミノ基、ピリジル基、ピペリジノ基、ピペリジル基、モルホリノ基、ジフェニルfosフィニル基、ジフェニル

アルシリル基、ジフェニルスチビニル基、ジフェニルビスマチニル基などである。これらのうち、置換および非置換のアミノ基は酸と塩を形成していても良い。

【0013】前記の式【1】ないし【5】において、第V I族元素(O, S, Se, Te, Po)の化合物から導かれる1価の置換基(RN1ないしRN24, RA1ないしRA8)の具体例は、例えば、水酸基(ヒドロキシ基)、メトキシ基、エトキシ基、n-ブロキシ基、n-ペントキシ基、n-ヘキシルオキシ基、n-ヘプトキシ基、n-オクチルオキシ基、n-ノニルオキシ基、n-デシルオキシ基、n-ウンデシルオキシ基、n-ドデシルオキシ基、n-オクタデシルオキシ基、ベンジルオキシ基、フェノキシ基、メルカブト基、メチルチオ基、エチルチオ基、フェニルチオ基、ベンジルチオ基、2-フリル基、2-チオフェニル基、2-セレノフェニル基、2-テルロフェニル基、ベンジルスルフィニル基(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>-)、フェニルスルフォニル基(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>-)、スルフェン酸基(-SOH)、スルфин酸基(-SO<sub>2</sub>H)、スルホン酸基(-SO<sub>3</sub>H)、セレノン酸基(-SeO<sub>3</sub>H)などである。これらのうち、フェノール性水酸基や酸の残基は金属塩を形成していても良く、更に、他の金属塩と錯体を形成しても良い。また、酸の残基はアミニウム塩を形成しても良い。

【0014】また、上記目的を達成するため、本願の請求項2記載の発明に係る光制御方法は、請求項1記載の光制御方法において、前記制御光および前記信号光を前記光学素子中において実質的に同一光路で伝搬させることを特徴とする。

【0015】また、上記目的を達成するため、本願の請求項3記載の発明に係る光制御方法は、請求項1または2記載の光制御方法において、前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および/または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出すことを特徴とする。

【0016】この場合、通常、信号光光線束の中心部分が特に変調を受けやすいので、発散する信号光光線束を収束するために受光レンズを用いるときには信号光光線束の中心軸に受光レンズの中心軸を一致させることが好適である。

【0017】また、上記目的を達成するため、本願の請求項4記載の発明に係る光制御方法は、請求項1または2記載の光制御方法において、前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束を、前記信号光光線束の発散角度よりも小さい角度範囲(開口角)で取り出すことによって、前記強度変調および/または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出すことを特徴とする。

【0018】また、上記目的を達成するため、本願の請求項5記載の発明に係る光制御方法は、請求項1から4

のいずれか記載の光制御方法において、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前記光学素子との位置関係を変化させることにより、前記制御光の照射によって、前記光学素子を透過した前記信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答と、前記信号光の見かけの強度が増大する光応答との、どちらか一方を選択して取り出すことを特徴とする。

【0019】また、上記目的を達成するため、本願の請求項6記載の発明に係る光制御方法は、請求項1から5のいずれか記載の光制御方法において、前記光応答性組成物が液体であり、かつ、前記液状光応答性組成物を充填した光学セルを前記光学素子として用いることを特徴とする。

【0020】また、上記目的を達成するため、本願の請求項7記載の発明に係る光制御方法は、請求項6記載の光制御方法であって、前記液状光応答性組成物が揮発性溶剤を含有することを特徴とする。

【0021】また、上記目的を達成するため、本願の請求項8記載の発明に係る光制御装置は、光応答性組成物から成る光学素子に、前記光学素子が感應する波長の制御光を照射し、制御光とは異なる波長帯域にある信号光の透過率および/または屈折率を可逆的に増減させることにより前記光学素子を透過する前記信号光の強度変調および/または光束密度変調を行う光制御方法に用いられる光制御装置であって、前記制御光および前記信号光を各々収束させる収束手段を有し、収束された前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が互いに重なり合うように、前記制御光および前記信号光の光路をそれぞれ配置し、かつ、前記光学素子は、収束された前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点近傍の光子密度が最も高い領域が互いに重なり合う位置に配置され、更に、前記光学素子が、前記の式【1】から【4】のいずれかで表されるナフトキノン誘導体および/または前記の式【5】で表されるアントラキノン誘導体の少なくとも1種類を含有する光応答性組成物から成ることを特徴とする。

【0022】また、上記目的を達成するため、本願の請求項9記載の発明に係る光制御装置は、請求項8記載の光制御装置において、更に、前記制御光および前記信号光が前記光学素子中において実質的に同一光路で伝搬するような光路配置を有することを特徴とする。

【0023】また、上記目的を達成するため、本願の請求項10記載の発明に係る光制御装置は、請求項8または9記載の光制御装置において、前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および/または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段を有することを特徴とする。

【0024】また、上記目的を達成するため、本願の請求項11記載の発明に係る光制御装置は、請求項10記

載の光制御装置において、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段として、前記光学素子へ前記信号光を収束させて入射させる際に用いた収束手段の開口数よりも小さい開口数の収束手段を用いることを特徴とする。

【0025】また、上記目的を達成するため、本願の請求項12記載の発明に係る光制御装置は、請求項10記載の光制御装置において、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段として、絞りを用いることを特徴とする。

【0026】また、上記目的を達成するため、本願の請求項13記載の発明に係る光制御装置は、請求項8から12のいずれか記載の光制御装置において、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前記光学素子との位置関係を変化させる移動手段を有し、前記移動手段を用いることによって、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点位置と前記光学素子との位置関係を変化させることにより、前記制御光の照射によって前記光学素子を透過した前記信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答と、前記信号光の見かけの強度が増大する光応答との、どちらか一方を選択して取り出すことを特徴とする。

【0027】また、上記目的を達成するため、本願の請求項14記載の発明に係る光制御装置は、請求項8から13のいずれか記載の光制御装置において、前記光学素子を透過してきた信号光と制御光の混合光を、信号光と制御光とに分離する手段を有することを特徴とする。

【0028】また、上記目的を達成するため、本願の請求項15記載の発明に係る光制御装置は、請求項8から14のいずれか記載の光制御装置において、前記光応答性組成物が液体であり、かつ、前記液状の光応答性組成物を充填した光学セルを前記光学素子として用いることを特徴とする。

【0029】また、上記目的を達成するため、本願の請求項16記載の発明に係る光制御装置は、請求項15記載の光制御装置において、前記液状光応答性組成物が揮発性溶剤を含有することを特徴とする。

【0030】また、上記目標を達成するため、本願の請求項17記載の発明に係る光制御装置は、請求項8から16のいずれか記載の光制御装置において、前記制御光および前記信号光を各々収束させる前記収束手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過してきた信号光と制御光の混合光を、信号光と制御光とに分離する手段が、前記光学素子に組み込まれた構造を有することを特徴とする。

【0031】[光応答性組成物、信号光の波長帯域、および制御光の波長帯域の組み合わせ] 本発明の光制御方法で利用される光応答性組成物、信号光の波長帯域、および制御光の波長帯域は、これらの組み合わせとして、使用目的に応じて適切な組み合わせを選定し用いることができる。

【0032】具体的な設定手順としては、例えば、まず、使用目的に応じて信号光の波長ないし波長帯域を決定し、これを制御するのに最適な光応答性組成物と制御光の波長の組み合わせを選定すれば良い。または、使用目的に応じて信号光と制御光の波長の組み合わせを決定してから、この組み合わせに適した光応答性組成物を選定すれば良い。

【0033】本発明で用いられる光応答性組成物の組成、および前記光応答性組成物から成る光学素子中を伝播する信号光および制御光の光路長については、これらの組み合わせとして、光学素子を透過する制御光および信号光の透過率を基準にして設定することができる。例えば、まず、光応答性組成物の組成のうち、少なくとも制御光あるいは信号光を吸収する成分の濃度を決定し、次いで、光学素子を透過する制御光および信号光の透過率が特定の値になるよう光学素子中を伝播する信号光および制御光の光路長を設定することができる。または、まず、例えば装置設計上の必要に応じて、光路長を特定の値に設定した後、光学素子を透過する制御光および信号光の透過率が特定の値になるよう光応答性組成物の組成を調整することができる。

【0034】本発明は、できる限り低い光パワーで充分な大きさおよび速度の光応答を光応答性の光学素子から引き出すような光制御方法および光制御装置を提供することを目的としているが、この目的を達成するために最適な、光学素子を透過する制御光および信号光の透過率の値は、それぞれ、次に示す通りである。

【0035】本発明の光制御方法および光制御装置では、光学素子を伝播する制御光の透過率が多くとも90%以下になるよう光応答性組成物中の光吸収成分の濃度および存在状態の制御、光路長の設定を行うことが推奨される。

【0036】ここで、制御光の照射によって信号光の透過率が減少する方向の光応答を利用しようとする場合、制御光を照射しない状態において、光学素子を伝播する信号光の透過率が少なくとも10%以上になるよう光応答性組成物中の光吸収成分の濃度および存在状態の制御、光路長の設定を行うことが推奨される。

【0037】[ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体] 本発明で用いられる光学素子は、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体をマトリックス材料中に溶解または分散させた光応答性組成物から成る。

【0038】ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体としては、分散染料、建て染め染料、酸性染料または顔

料などの色素として公知のものを使用することができる。

【0039】前記ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体の具体例を化学式として図1から図60に例示する。すなわち、前記の式[1]で表される1,4-ナフトキノン誘導体の具体例を図1ないし15に、前記の式[2]で表される1,2-ナフトキノン誘導体の具体例を図16に、前記の式[3]で表される1,5-ナフトキノン誘導体の具体例を図17に、前記の式[4]で表される2,6-ナフトキノン誘導体の具体例を図18に、また、前記の式[5]で表される9,10-アントラキノン誘導体の具体例を図19ないし60に、化学式として例示する。

【0040】本発明では、これらのナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を単独で、または、2種類以上を混合して使用することができる。

【0041】[光応答性組成物] 本発明では、前記光応答性組成物として、使用温度領域において、固体、ガラス状態ないしゴム状態のもの、および、液体状態のものを使用することができる。

【0042】なお、本発明で用いられる光応答性組成物は、その機能に支障をきたさない範囲において、加工性を向上させたり、光学素子としての安定性・耐久性を向上させるため、副成分として公知の酸化防止剤、紫外線吸収剤、一重項酸素クエンチャーフ分散助剤などを含有しても良い。

【0043】[固体、ガラス状態ないしゴム状態の光応答性組成物] 本発明では、固体、ガラス状態ないしゴム状態の光応答性組成物として、前記のナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を、固体、ガラス状態ないしゴム状態のマトリックス材料中に溶解または分散したものを用いることができる。

【0044】本発明で用いることのできる固体、ガラス状態ないしゴム状態のマトリックス材料は、(1)本発明の光制御方式で用いられる光の波長領域で透過率が高いこと、(2)本発明で用いられるナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を安定性良く溶解または分散できること、(3)光学素子としての形態を安定性良く保つことができること、という条件を満足するものであれば任意のものを使用することができる。

【0045】無機系のマトリックス材料としては、例えば、いわゆるゾルゲル法で作成される低融点ガラス材料などを使用することができる。

【0046】また、有機系のマトリックス材料としては、種々の有機高分子材料を使用することができる。その具体例としては、ポリスチレン、ポリ( $\alpha$ -メチルスチレン)、ポリインデン、ポリ(4-メチル-1-ペニテン)、ポリビニルビリジン、ポリビニルホルマール、ポリビニルアセタール、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニル、ポ

リ塩化ビニリデン、ポリビニルメチルエーテル、ポリビニルエチルエーテル、ポリビニルベンジルエーテル、ポリビニルメチルケトン、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリ(N-ビニルピロリドン)、ポリアクリル酸メチル、ポリアクリル酸エチル、ポリアクリル酸、ポリアクリロニトリル、ポリメタクリル酸メチル、ポリメタクリル酸エチル、ポリメタクリル酸ブチル、ポリメタクリル酸ベンジル、ポリメタクリル酸シクロヘキシル、ポリメタクリル酸、ポリメタクリル酸アミド、ポリメタクリロニトリル、ポリアセトアルデヒド、ポリクロラール、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネイト類(ビスフェノール類十炭酸)、ポリ(ジエチレングリコール・ビスアリルカーボネイト)類、6-ナイロン、6,6-ナイロン、12-ナイロン、6,12-ナイロン、ポリアスパラギン酸エチル、ポリグルタミン酸エチル、ポリリジン、ポリプロリン、ポリ(ヤーベンジルーレーグルタメート)、メチルセルロース、エチルセルロース、ベンジルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、アセチルセルロース、セルローストリニアセテート、セルローストリブチレート、アルキド樹脂(無水フタル酸+グリセリン)、脂肪酸変性アルキド樹脂(脂肪酸+無水フタル酸+グリセリン)、不飽和ポリエステル樹脂(無水マレイン酸+無水フタル酸+プロピレングリコール)、エポキシ樹脂(ビスフェノール類+エピクロロヒドリン)、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、キシレン樹脂、トルエン樹脂、グアナミン樹脂などの樹脂、ポリ(フェニルメチルシラン)などの有機ポリシラン、有機ポリゲルマンおよびこれらの共重合・共重縮合体が挙げられる。また、二硫化炭素、四フッ化炭素、エチルベンゼン、パーカルオロベンゼン、パーカルオロシクロヘキサンまたはトリメチルクロロシラン等、通常では重合性のない化合物をプラズマ重合して得た高分子化合物などを使用することができる。

【0047】更に、これらの有機高分子化合物に前記ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体の残基をモノマー単位の側鎖として、もしくは架橋基として、共重合モノマー単位として、または重合開始末端として結合させたものをマトリックス材料として使用することもできる。

【0048】これらのマトリックス材料中へナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させるには公知の方法を用いることができる。例えば、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体とマトリックス材料を共通の溶媒中へ溶解して混合した後、溶媒を蒸発させて除去する方法、ゾルゲル法で製造する無機系マトリックス材料の原料溶液へナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させてからマトリックス材料

を形成する方法、有機高分子系マトリックス材料のモノマー中へ、必要に応じて溶媒を用いて、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させてから該モノマーを重合ないし重縮合させてマトリックス材料を形成する方法、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体と有機高分子系マトリックス材料を共通の溶媒中に溶解した溶液を、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体および熱可塑性の有機高分子系マトリックス材料の両方が不溶の溶剤中へ滴下し、生じた沈殿を濾別し乾燥してから加熱・溶融加工する方法、化学的気相成長法、スパッタリング法などを好適に用いることができる。一般に、色素とマトリックス材料の組み合わせおよび加工方法を工夫することで、色素分子を凝集させ、「H会合体」や「J会合体」などと呼ばれる特殊な会合体を形成させることができることが知られているが、マトリックス材料中のナフトキノンまたはアントラキノン誘導体分子をこのような凝集状態もしくは会合状態を形成する条件で使用しても良い。

【0049】〔液状の光応答性組成物〕本発明では、液状の光応答性組成物として、前記のナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を、液状のマトリックス材料中に溶解またはコロイド分散したものを用いることができる。

【0050】本発明で用いることのできる液状のマトリックス材料は、(1) 使用温度および/または圧力領域において液体であること、(2) 本発明の光制御方式で用いられる光の波長領域で透過率が高いこと、(3) 本発明で用いられるナフトキノンまたはアントラキノン誘導体などを安定性良く溶解またはコロイド分散できること、(4) 光応答性組成物としての組成を安定性良く保つことができること、という条件を満足するものであれば任意のものを使用することができる。

【0051】無機系の液状マトリックス材料としては、例えば、水、水ガラス(アルカリケイ酸塩の濃厚水溶液)、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液、塩酸、硫酸、硝酸、王水、クロルスルホン酸、メタンスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、ポリリン酸などを使用することができる。

【0052】また、有機系の液状マトリックス材料としては、各種有機溶剤、および、液状の有機高分子材料を使用することができる。

【0053】揮発性の有機溶剤としては、具体的には、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、n-ブタノール、アミルアルコール、シクロヘキサンオール、ベンジルアルコールなどのアルコール類、エチレングリコール、ジエチレングリコール、グリセリンなどの多価アルコール類、酢酸エチル、酢酸n-ブチル、酢酸アミル、酢酸イソプロピルなどのエステル類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサンなどのケトン類、ジエチルエーテル、ジ

ブチルエーテル、メトキシエタノール、エトキシエタノール、ブトキシエタノール、カルビトールなどのエーテル類、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,3-ジオキソラン、などの環状エーテル類、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクレン、ブロモホルム、ジブロモメタン、ジヨードメタン、などのハロゲン化炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシレン、クロロベンゼン、o-ジクロロベンゼン、ニトロベンゼン、アニソール、 $\alpha$ -クロロナフタレンなどの芳香族炭化水素類、n-ペantan、n-ヘキサン、n-ヘプタン、シクロヘキサンなどの脂肪族炭化水素類、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、ヘキサメチルホスホリックトリアミドなどのアミド類、N-メチルピロリドンなどの環状アミド類、テトラメチル尿素、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノンなどの尿素誘導体類、ジメチルスルホキシドなどのスルホキシド類、炭酸エチレン、炭酸プロピレンなどの炭酸エステル類、アセトニトリル、プロピオニトリル、ベンゼニトリルなどのニトリル類、ピリジン、キノリンなどの含窒素複素環化合物類、トリエチルアミン、トリエタノールアミン、ジエチルアミノアルコール、アニリンなどのアミン類、クロル酢酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸、酢酸などの有機酸の他、ニトロメタン、二硫化炭素、スルホランなどの溶剤を用いることができる。

【0054】これらの溶剤は、また、複数の種類のものを混合して用いても良い。

【0055】これらの液状のマトリックス材料中へナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解またはコロイド分散させるには公知の方法を用いることができる。例えば、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を有機溶剤や水ガラスに溶解する方法、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体と不揮発性で液状のマトリックス材料を共通の揮発性溶媒中へ溶解して混合した後、溶媒を蒸発させて除去する方法、液状の有機高分子系マトリックス材料の原料モノマー中へ、必要に応じて溶媒を用いて、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させてから該モノマーを重合ないし重縮合させて液状のマトリックス材料を形成する方法、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体の超微粒子を液状のマトリックス材料中で形成させる方法、化学的気相成長法、スパッタリング法、不活性ガス中蒸発法などの気相法で製造した超微粒子を、必要に応じて分散剤を用いて、液状のマトリックス材料中へ捕集する方法などを好適に用いることができる。一般に、色素と液状のマトリックス材料の組み合わせおよび加工方法を工夫することで、色素分子を凝集させ、「H会合体」や「J会合体」などと呼ばれる特殊な会合体を形成させることができることが知られているが、液状のマトリックス材料中のナフトキノンまたはアントラキノン誘導体分子をこのよう

な凝集状態もしくは会合状態を形成する条件で使用しても良い。

【0056】【光学素子】本発明において、固体、ガラス状態ないしゴム状態の光応答性組成物は、適當な形態の光学素子に加工され、使用される。その際、光学ガラス、石英ガラス、有機ガラスなどの光学材料と組み合わせて使用しても良い。

【0057】本発明で用いられる光学素子の形態は、本発明の光制御装置の構成に応じて、薄膜、厚膜、板状、ブロック状、円柱状、半円柱状、四角柱状、三角柱状、凸レンズ状、凹レンズ状、マイクロレンズアレイ状、ファイバー状、マイクロチャンネルアレイ状、および光導波路型などの中から適宜選択することができる。本発明で用いられる光学素子の作成方法は、光学素子の形態および使用する光応答性組成物の種類に応じて任意に選定され、公知の方法を用いることができる。

【0058】例えば、薄膜状の光学素子を例えば固体、ガラス状態ないしゴム状態の光応答性組成物から製造する場合、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体および固体、ガラス状態ないしゴム状態のマトリックス材料を溶解した溶液を例えばガラス板上に塗布法、ブレードコート法、ロールコート法、スピンドルコート法、ディッピング法、スプレー法などの塗工法で塗工するか、あるいは、平版、凸版、凹版、孔版、スクリーン、転写などの印刷法で印刷すれば良い。この場合、ゾルゲル法による無機系マトリックス材料作成方法を利用することもできる。

【0059】例えば、用いる有機高分子系マトリックス材料が熱可塑性の場合、ホットプレス法（特開平4-99609号公報）や延伸法を用いても薄膜ないし厚膜状の膜型光学素子を作成することができる。

【0060】板状、ブロック状、円柱状、半円柱状、四角柱状、三角柱状、凸レンズ状、凹レンズ状、マイクロレンズアレイ状の光学素子を作成する場合は、例えば有機高分子系マトリックス材料の原料モノマーにナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させたものを用いてキャスティング法やリアクション・インジェクション・モールド法で成形することができる。また、熱可塑性の有機高分子系マトリックス材料を用いる場合、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散したペレットまたは粉末を加熱溶融させてから射出成形法で加工しても良い。

【0061】ファイバー状の光学素子は、例えば、金属イオンをドープした石英ガラスを溶融延伸してファイバ化する方法、ガラスキヤビラリーパイプの中に有機高分子系マトリックス材料の原料モノマーにナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させたものを流し込むか、または、毛管現象で吸い上げたものを重合させる方法、または、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させた熱可塑性の有機高分子

系マトリックス材料の円柱、いわゆるプリフォームをガラス転移温度よりも高い温度まで加熱、糸状に延伸してから、冷却する方法などで作成することができる。

【0062】上記のようにして作成したファイバー状の光学素子を多数束ねて接着ないし融着処理してから薄片状ないし板状にスライスすることによりマイクロチャンネルアレイ型の光学素子を作成することもできる。

【0063】導波路型の光学素子は、例えば、基板上に作成した溝の中に有機高分子系マトリックス材料の原料モノマーにナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を溶解または分散させたものを流し込んでから重合させる方法、または、基板上に形成した薄膜状光学素子をエッチングして「コア」パターンを形成し、次いで、ナフトキノンまたはアントラキノン誘導体を含まないマトリックス材料で「クラッド」を形成する方法によって作成することができる。

【0064】本発明では、前記制御光および前記信号光を収束させるための収束手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段、および／または、前記光学素子中の前記光応答性組成物を透過してきた信号光と制御光の混合光を信号光と制御光とに分離する手段を、前記光学素子に組み込んだ一体構造の光学素子を用いることができる。

【0065】【光学セル】本発明において、前記光応答性組成物が液体の場合、前記液状光応答性組成物を充填した光学セルを前記光学素子として使用する。

【0066】本発明で用いられる光学セルは、液状の光応答性組成物を保持する機能、および液状の光応答性組成物に実効的に形態を付与する機能を有し、更に、収束されて照射される信号光および制御光を受光して前記光応答性組成物へ前記信号光および前記制御光を伝搬させる機能、および前記光応答性組成物を透過した後、発散していく前記信号光を伝搬させて出射する機能を有するものである。

【0067】本発明で用いられる光学セルの形態は外部形態と内部形態に大別される。

【0068】光学セルの外部形態は、本発明の光制御装置の構成に応じて、板状、直方体状、円柱状、半円柱状、四角柱状、三角柱状、などの形状のものが用いられる。

【0069】光学セルの内部形態とは、すなわち、光応答性組成物を充填するための空洞の形態であり、液状の光応答性組成物に、実効的に形態を付与するものである。本発明の光制御装置の構成に応じて、光学セルの内部形態は具体的には、例えば、薄膜、厚膜、板状、直方体状、円柱状、半円柱状、四角柱状、三角柱状、凸レンズ状、凹レンズ状、などの中から適宜選択することができる。

きる。

【0070】光学セルの構成および材質は、下記の要件を満たすものであれば任意のものを使用することができる。

【0071】(1) 上記のような外部形態および内部形態を使用条件において精密に維持できること。

【0072】(2) 光応答性組成物に対して不活性であること。

【0073】(3) 光応答性組成物を構成する諸成分の放散・透過・浸透による組成変化を防止できること。

【0074】(4) 光応答性組成物が、酸素や水など使用環境に存在する化合物と反応することによって劣化することを妨げることができること。

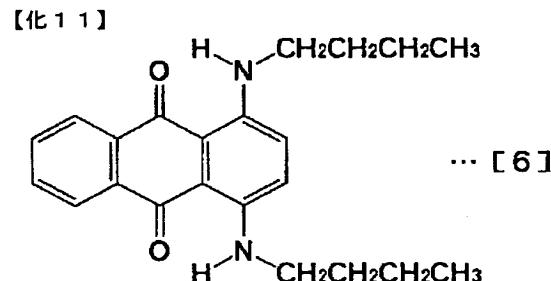
【0075】なお、上記要件のうち、光応答性組成物の組成変化や劣化を防止する機能は、光学素子としての設計寿命の範囲内に限り発揮できれば良い。

【0076】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【0077】【実施形態1】図61には本実施形態の光制御装置の概略構成が示されている。このような光学装置構成および配置は、図61に例示するように膜型光学素子8を用いる場合の他、ファイバー型光学素子（図示せず）を用いる場合、光導波路型（図示せず）、マイクロチャンネルアレイ型（図示せず）などの光学素子を用いる場合、および、液状の光応答性組成物を充填した光学セルを用いる場合（実施形態3参照）にも好適に用いることができる。

【0078】ここで、膜型光学素子8は例えば以下の手順で作成することができる。すなわち、下記の式[6]で表されるアントラキノン誘導体（慣用名ソルベントブルー35）



: 3. 31mg およびポリメタクリル酸2-ヒドロキシプロピル : 1996. 7mg をアセトン : 200ml に溶解し、水 : 1000ml 中へかき混ぜながら加えて析出した沈殿（アントラキノン色素およびポリマーの混合物）を濾別し、水で洗浄してから減圧下乾燥し、粉碎した。得られたアントラキノン色素およびポリマーの混合粉末を  $10^{-5}$ Pa 未満の超高真空中、40°Cで2日間加熱を続け、残留溶媒等の揮発成分を完全に除去して、光応答性組成物の粉末を得た。この粉末 20mg をスライ

ドガラス (25mm × 76mm × 厚さ 1. 150mm) およびカバーガラス (18mm × 18mm × 厚さ 0. 150mm) の間に挟み、真空中 150°C に加熱し、2枚のガラス板を圧着する方法（真空ホットプレス法）を用いてスライドガラス／カバーガラス間にアントラキノン色素／ポリマーの膜（膜厚 120 μm）を作成した。なお、アントラキノン色素／ポリマー膜中の色素濃度は、色素／ポリマー混合物の密度を 1. 06 として計算すると、 $5. 0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  である。

【0079】この膜の透過率は制御光の波長 (633 nm) で 0. 8%、信号光の波長 (780 nm) で 84% であった。

【0080】図61に概要を例示する本発明の光制御装置は、制御光の光源1、信号光の光源2、NDフィルター3、シャッター4、半透過鏡5、光混合器6、集光レンズ7、膜型光学素子8、受光レンズ9、波長選択透過フィルター20、絞り19、光検出器11および22、およびオシロスコープ100から構成される。これらの光学素子ないし光学部品のうち、制御光の光源1、信号光の光源2、光混合器6、集光レンズ7、膜型光学素子8、受光レンズ9、および、波長選択透過フィルター20は、図61の装置構成で本発明の光制御方法を実施するために必須の装置構成要素である。なお、NDフィルター3、シャッター4、半透過鏡5、および絞り19は必要に応じて設けるものであり、また、光検出器11および22、およびオシロスコープ100は、本発明の光制御方法を実施するためには必要ないが光制御の動作を確認するための電子装置として、必要に応じて用いられる。

【0081】次に、個々の構成要素の特徴ならびに動作について説明する。

【0082】制御光の光源1にはレーザー装置が好適に用いられる。その発振波長および出力は、本発明の光制御方法が対象とする信号光の波長および使用する光応答性組成物の応答特性に応じて適宜選択される。レーザー発振の方式については特に制限はなく、発振波長帯域、出力、および経済性などに応じて任意の形式のものを用いることができる。また、レーザー光源の光を非線形光学素子によって波長変換してから使用しても良い。具体的には例えば、アルゴンイオンレーザー（発振波長 457. 9 ないし 514. 5 nm）、ヘリウム・ネオンレーザー（633 nm）などの気体レーザー、ルビーレーザーや Nd : YAG レーザーなどの固体レーザー、色素レーザー、半導体レーザーなどを好適に使用することができる。信号光の光源2にはレーザー光源からのコヒーレント光だけではなく非コヒーレント光を使用することもできる。また、レーザー装置、発光ダイオード、ネオン放電管など、単色光を与える光源の他、タンゲステン電球、メタルハライドランプ、キセノン放電管などからの連続スペクトル光を光フィルターやモノクロメーターで

波長選択して用いても良い。

【0083】本発明の光制御方法で利用される光応答性組成物、信号光の波長帯域、および制御光の波長帯域は、これらの組み合わせとして、使用目的に応じて適切な組み合わせが選定され、用いられる。以下、信号光の光源2として半導体レーザー（発振波長780nm、連続発振出力6mW、ビーム整形後の直径約8mmのガウスビーム）、制御光の光源1としてヘリウム・ネオンレーザー（発振波長633nm、ビーム直径2mmのガウスビーム）、および前記の光応答性組成物から成る膜型光学素子8の組み合わせを用いた場合について実施形態を説明する。

【0084】NDフィルター3は必ずしも必要ではないが、装置を構成する光学部品や光学素子へ必要以上に高いパワーのレーザー光が入射することを避けるため、また、本発明で用いられる光学素子の光応答性能を試験するにあたり、制御光の光強度を増減するために有用である。この実施形態では後者の目的で数種類のNDフィルターを交換して使用した。

【0085】シャッター4は、制御光として連続発振レーザーを用いた場合に、これをパルス状に明滅させるために用いられるものであり、本発明の光制御方法を実施する上で必須の装置構成要素ではない。すなわち、制御光の光源1がパルス発振するレーザーであり、そのパルス幅および発振間隔を制御できる形式の光源である場合や、適当な手段であらかじめパルス変調されたレーザー光を光源1として用いる場合は、シャッター4を設けなくとも良い。

【0086】シャッター4を使用する場合、その形式としては任意のものを使用することができ、例えば、オティカルショッパ、メカニカルシャッター、液晶シャッター、光効果シャッター、ポッケルセル、音響光学（AO）変調器などを、シャッター自体の作動速度を勘案して適時選択して使用することができる。

【0087】半透過鏡5は、この実施形態において、本発明の光制御方法の作用を試験するにあたり、制御光の光強度を常時見積るために用いるものであり、光分割比は任意に設定可能である。

【0088】光検出器11および22は、本発明の光・光制御による光強度の変化の様子を電気的に検出して検証するため、また、本発明の光学素子の機能を試験するために用いられる。光検出器11および22の形式は任意であり、検出器自体の応答速度を勘案して適時選択して使用することができ、例えば、光電子増倍管やフォトダイオード、フォトトランジスターなどを使用することができる。

【0089】前記光検出器11および22の受光信号はオシロスコープ100などの他、AD変換器とコンピューターの組み合わせ（図示せず）によってモニターすることができる。

【0090】光混合器6は、前記光学素子中を伝播していく制御光および信号光の光路を調節するために用いるものであり、本発明の光制御方法および光制御装置を実施するにあたり重要な装置構成要素の一つである。偏光ビームスプリッター、非偏光ビームスプリッター、またはダイクロイックミラーのいずれも使用することができ、光分割比についても任意に設定可能である。

【0091】集光レンズ7は、信号光および制御光に共通の収束手段として、光路が同一になるように調節された信号光および制御光を収束させて前記光学素子へ照射するためのものであり、本発明の光制御方法および光制御装置の実施に必要な装置構成要素の一つである。集光レンズの焦点距離、開口数、F値、レンズ構成、レンズ表面コートなどの仕様については任意のものを適宜使用することができる。

【0092】この実施形態では集光レンズ7として、倍率40倍、焦点距離5mm、開口数0.65の顕微鏡用対物レンズを用いた。

【0093】受光レンズ9は、収束されて光学素子8へ照射され、透過してきた信号光および制御光を平行および／または収束ビームに戻すための手段であるが、本実施形態に示すように、前記集光レンズ7の開口数より小さい開口数のレンズを用いることによって、充分な大きさで強度変調および／または光束密度変調された信号光を再現性良く分別して取り出すことができる。本実施形態では受光レンズ9として、例えば、倍率20倍、開口数0.4の顕微鏡レンズを用いた。すなわち、集光レンズ7の開口数より受光レンズ9の開口数を小さくすることにより、信号光の光束のうち、強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の光束を分別して取り出すことが可能となり、充分な大きさで変調を受けた信号光を再現性良く検出できるようになる。もちろん、レンズ開口数が大きくて、絞り19を入れたり、光検出器22に光束の中心部分のみ入射させて実質的に開口数を小さくしても良いことはいうまでもない。また、後で述べるように、集光レンズ7および受光レンズ9の代わりに凹面鏡を用いることも可能である（実施形態4参照）。

【0094】波長選択透過フィルター20は、図61の装置構成で本発明の光制御方法を実施するために必須の装置構成要素の一つであり、前記光学素子中の同一の光路を伝播してきた信号光と制御光の混合光から信号光のみを取り出すための手段の一つとして用いられる。

【0095】波長の異なる信号光と制御光とを分離するための手段としては他に、プリズム、回折格子、ダイクロイックミラーなどを使用することができる。

【0096】図61の装置構成で用いられる波長選択透過フィルター20としては、制御光の波長帯域の光を完全に遮断し、一方、信号光の波長帯域の光を効率良く透過することのできるような波長選択透過フィルターであ

れば、公知の任意のものを使用することができる。例えば、色素で着色したプラスチックやガラス、表面に誘電体多層蒸着膜を設けたガラスなどを用いることができる。

【0097】以上のような構成要素から成る図61の光学装置において、光源1から出射された制御光の光ビームは、透過率を加減することによって透過光強度を調節するためのNDフィルター3を通過し、次いで制御光をパルス状に明滅するためのシャッター4を通過して、半透過鏡5によって分割される。

【0098】半透過鏡5によって分割された制御光の一部は光検出器11によって受光される。ここで、光源2を消灯、光源1を点灯し、シャッター4を開閉した状態において光学素子8への光ビーム照射位置における光強度と光検出器11の信号強度との関係をあらかじめ測定して検量線を作成しておけば、光検出器11の信号強度から、光学素子8に入射する制御光の光強度を常時見積もることが可能になる。この実施形態では、NDフィルター3によって、膜型光学素子8へ入射する制御光のパワーを0.5mWないし25mWの範囲で調節した。

【0099】半透過鏡5で分割・反射された制御光は、光混合器6および集光レンズ7を通って、光学素子8に収束されて照射される。膜型光学素子8を通過した制御光の光ビームは、受光レンズ9を通過した後、波長選択透過フィルター20によって遮断される。

【0100】光源2から出射された信号光の光ビームは、前記光混合器6によって、制御光と同一光路を伝播するよう混合され、集光レンズ7を経由して、膜型光学素子8に収束・照射され、素子を通過した光は受光レンズ9および波長選択透過フィルター20を透過した後、必要に応じて設けられる絞り19を通過した後、光検出器22にて受光される。

【0101】図61の光学装置を用いて本発明の光制御方法を実施し、図62および図63に示すような光強度変化を観測した。図62および図63において、111は光検出器11の受光信号、222および223は光検出器22の受光信号である。光検出器22の受光信号222の得られる場合と223の得られる場合の違いは、以下の通りである。

【0102】図61の装置配置においては膜型光学素子8に制御光と信号光とを収束して入射させているが、収束ビーム径が最小となる位置（焦点Fc）を膜型光学素子8の集光レンズ7に近い所（光の入射側）に設定すると、前記光学素子8を透過した前記信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答222が観察される。一方、収束ビーム径が最小となる位置（焦点Fc）を膜型光学素子8の受光レンズ9に近い所（光の出射側）に設定すると、前記光学素子8を透過した前記信号光の見かけの強度が増大する方向の光応答223が観察される。

【0103】このような光応答が生じる機構の詳細につ

いては未解明であり、現在、鋭意検討中であるが、制御光の照射により光応答性組成物の透過率や屈折率等が変化することに起因するものと推測される。

【0104】ここで、同一の光路で収束された制御光と信号光の焦点位置と光学素子の位置関係を変化させる方法としては、例えば精密ネジによる微動機構を設けた架台、圧電素子アクチュエータを設けた架台、または超音波アクチュエータを設けた架台などの上に膜型光学素子8を取り付けて上記のように移動させる他、集光レンズ7の材質に非線形屈折率効果の大きいものを用いて制御光パルスのパワー密度を変えて焦点位置を変化させる方法、集光レンズ7の材質に熱膨張係数の大きいものを用いて加熱装置で温度を変えて焦点位置を変化させる方法などを用いることができる。

【0105】図61の光学装置を用いて本発明の光制御方法を実施し、図62および図63に示すような光強度変化を観測した。その詳細は以下に述べる通りである。

【0106】まず、制御光の光ビームと信号光の光ビームとが、膜型光学素子8内部または近傍の同一領域で焦点Fcを結ぶように、それぞれの光源からの光路、光混合器6、および集光レンズ7を調節した。なお、前記膜型光学素子8のカバーガラス側から信号光および制御光が入射し、スライドガラス基板側から出射するような向きに光学素子を配置した。次いで、波長選択透過フィルター20の機能を点検した。すなわち、光源2を消灯した状態で、光源1を点灯し、シャッター4を開閉した場合には光検出器22に応答が全く生じないことを確認した。

【0107】なお、収束ビーム径最小位置（焦点Fc）と膜型光学素子8の位置関係を変化させるにあたっては、以下に示す方法を用いた。すなわち、集光レンズ7および受光レンズ9の間隔（d78+d89）を固定したまま、精密ネジによる微動機構を設けた架台に取り付けた膜型光学素子8の位置を光軸方向に移動し、膜型光学素子8と集光レンズ7の距離を変化させ、同一の光路で収束された制御光および信号光の焦点位置と膜型光学素子8との位置関係を変化させた。

【0108】まず前記焦点Fcを膜型光学素子8の集光レンズ7側に設置した場合について述べる。この場合の、制御光の波形111に対する信号光の応答波形222を図62に示す。

【0109】シャッター4を閉じた状態で制御光の光源1を点灯し、次いで、時刻t1において光源2を点灯し光学素子8へ信号光を照射すると、光検出器22の信号強度はレベルCからレベルAへ増加した。

【0110】時刻t2においてシャッター4を開放し、光学素子8内部の信号光が伝播しているのと同一の光路へ制御光を収束・照射すると光検出器22の信号強度はレベルAからレベルBへ減少した。すなわち、信号光の見かけの強度が減少する方向の光応答が観察された。こ

の変化の応答時間は2マイクロ秒未満であった。

【0111】時刻t<sub>3</sub>においてシャッター4を閉じ、光学素子8への制御光照射を止めると光検出器22の信号強度はレベルBからレベルAへ復帰した。この変化の応答時間は3マイクロ秒未満であった。

【0112】時刻t<sub>4</sub>においてシャッター4を開放し、次いで、時刻t<sub>5</sub>において閉じると、光検出器22の信号強度はレベルAからレベルBへ減少し、次いでレベルAへ復帰した。

【0113】時刻t<sub>6</sub>において光源2を消灯すると光検出器22の出力は低下し、レベルCへ戻った。

【0114】次いで、前記焦点Fcを膜型光学素子8の受光レンズ9側に設置した場合について述べる。この場合の、制御光の波形111に対する信号光の応答波形23を図63に示す。

【0115】シャッター4を閉じた状態で制御光の光源1を点灯し、次いで、時刻t<sub>1</sub>において光源2を点灯し光学素子8へ信号光を照射すると、光検出器22の信号強度はレベルCからレベルAへ増加した。

【0116】時刻t<sub>2</sub>においてシャッター4を開放し、光学素子8内部の信号光が伝播しているのと同一の光路へ制御光を収束・照射すると光検出器22の信号強度はレベルAからレベルDへ増加した。すなわち、信号光の見かけの強度が増大する方向の光応答が観察された。この変化の応答時間は2マイクロ秒未満であった。

【0117】時刻t<sub>3</sub>においてシャッター4を閉じ、光学素子8への制御光照射を止めると光検出器22の信号強度はレベルDからレベルAへ復帰した。この変化の応答時間は3マイクロ秒未満であった。

【0118】時刻t<sub>4</sub>においてシャッター4を開放し、次いで、時刻t<sub>5</sub>において閉じると、光検出器22の信号強度はレベルAからレベルDへ増加し、次いでレベルAへ復帰した。

【0119】時刻t<sub>6</sub>において光源2を消灯すると光検出器22の出力は低下し、レベルCへ戻った。

【0120】以上まとめると、膜型光学素子8へ、制御光を図62または図63の111に示すような波形で表される光強度の時間変化を与えて照射したところ、信号光の光強度をモニターして示す光検出器22の出力波形は図62の222または図63の223に示すように、制御光の光強度の時間変化に対応して可逆的に変化した。すなわち、制御光の光強度の増減または断続により信号光の透過を制御すること、すなわち光で光を制御すること（光・光制御）、または、光で光を変調すること（光・光変調）ができることが確認された。

【0121】なお、制御の光の断続に対応する信号光の光強度の変化の程度は、前記の光検出器22の出力レベルA、BおよびCを用いて次に定義される値 $\Delta T$  [単位%] または、A、CおよびDを用いて次に定義される値 $\Delta T'$  [単位%]

$$[\text{数1}] \Delta T = 100 [(A-B) / (A-C)]$$

$$\Delta T' = 100 [(D-A) / (A-C)]$$

によって定量的に比較することができる。ここで、Aは制御光を遮断した状態で信号光の光源2を点灯した場合の光検出器22の出力レベル、BおよびDは信号光と制御光を同時に照射した場合の光検出器22の出力レベル、Cは信号光の光源2を消灯した状態の光検出器22の出力レベルである。

【0122】上の例において、制御光の入射パワーを20mWとし、膜型光学素子8を移動して信号光の光応答の向きと大きさを調べたところ、信号光強度が減少する向きの応答の大きさ $\Delta T$ の最大値は8.4%、見かけの信号光強度が増加する向きの応答の大きさ $\Delta T'$ の最大値は3.5%であった。

【0123】上記のように収束ビーム径が最小となる位置（焦点Fc）と膜型光学素子8の位置関係を変えることによって、信号光の光応答の向きを逆転させ、信号光の見かけの強度が減少する方向、または、増加する方向の応答を得ることができる。このような光応答変化の生じる機構を調べるために、光制御を行った場合に起こる信号光ビーム断面における光強度分布の変化の測定を行った。すなわち、図61の装置において、受光レンズ9を集め光レンズ7の開口数（本実施形態の場合は0.65）よりも大きな開口数（例えば0.75）のものに変更し、絞り19を取り外し、光検出器22の代わりに光強度分布測定器（図64）を設置し、膜型光学素子8を透過した光線束のすべてを受光レンズ9で受光・収束させて前記光強度分布測定器の受光部31（有効直径4mm）へ入射させ、信号光光線束断面の光強度分布を測定した。測定結果を図65、66および67に示す。ここで、光強度分布測定器は、図64に示すように、受光部31（有効直径4mm）に対して幅1mmの第一のスリット32を設け、第一のスリットの長さ方向、すなわち図64において点Xから点Yの向きに、幅25μmの第二のスリット33を一定速度で移動させて、2枚のスリットが作る1mm×25μmの長方形の窓を通過した光の強度を、前記窓の移動位置に対応させて測定する装置である。前記窓の移動位置に対応させて光強度を測定するには、例えば、第二のスリット33の移動速度に同期させたストレージオシロスコープ上に、前記窓を通過した光を受光した検出器の出力を記録すれば良い。図65、66および67は、以上のようにして、ストレージオシロスコープ上に記録された信号光の光ビーム断面についての光強度分布を示すものであり、横軸（光ビーム断面内の位置）は図64の点Xから点Yの方向の位置に対応し、縦軸は光強度を表す。

【0124】図65は、膜型光学素子8に制御光が入射せず、信号光のみが入射した場合の前記信号光ビーム断面の光強度分布である。この場合の光強度分布は、中心部分の強度が強く、周辺に行くに従い強度が弱まる分布

(おおむね「ガウス分布」)である。

【0125】図66は、収束ビーム径が最小となる位置(焦点Fc)を膜型光学素子8の集光レンズ7に近い所(光の入射側)に設定し、制御光を照射したとき見かけの信号光強度が減少する向きの光応答222が観察される条件において、制御光を照射したときの信号光ビーム断面の光強度分布である。この場合の光強度分布は、中心部分の光強度が弱く、周辺で光強度が増大する分布になっている。信号光ビーム断面の中心部の光強度は、制御光強度および膜型光学素子8と焦点の位置関係に依存して減少し、制御光強度が増すにつれて、ゼロに近づいていく。したがって、この場合、信号光ビームの中心部分だけを取り出して、見かけの信号光強度を測定すると、制御光の断続に対応して、信号光の強度が減少する向きの光応答222を、充分な大きさで取り出すことができる。

【0126】図67は、収束ビーム径が最小となる位置(焦点Fc)を膜型光学素子8の受光レンズ9に近い所(光の出射側)に設定し、制御光を照射したとき見かけの信号光強度が増大する向きの光応答223が観察される条件において、制御光を照射したときの信号光ビーム断面の光強度分布である。この場合は、中心部分の光強度が、制御光を照射しない場合の中心部分の光強度(図65)より強くなっている。この場合、信号光ビーム断面の中心部の光強度は、制御光強度および膜型光学素子8を焦点位置の関係に依存するが、制御光非照射時の数倍にも達する。したがって、この場合、信号光ビームの中心部分だけを取り出して、見かけの信号光強度を測定すると、制御光の断続に対応して、信号光の強度が増大する向きの光応答223を充分な大きさで取り出すことができる。

【0127】以上の実験から、制御光の断続による信号光の光強度変調(光応答)は、信号光ビーム(光束)断面の中心部で、特に大きく起きていることが判る。したがって、本発明の主旨とは逆に、受光レンズ9の開口数を集光レンズ7の開口数よりも大きくして、光学素子8を透過した信号光をすべて補足し、光検出器で受光した場合、検出される光応答は、本発明の場合に比べて著しく小さくなってしまう。また、光検出器に、制御光による光変調を受けた部分以外のノイズ成分が取り込まれてしまい、S/N比が著しく悪くなってしまう。

【0128】[比較例1] 前記の式[6]で表されるアントラキノン色素を用いずにポリメタクリル酸2-ヒドロキシプロピルのみを用いた他は実施形態1と同様にしてマトリックス材料単独の薄膜(膜厚120μm)を作成し、この薄膜について実施形態1と同様にして光応答の評価試験を行ったが、制御光(波長633nm)の光を断続しても信号光(波長780nm)の光強度は全く変化しなかった。すなわち、マトリックス材料単独では光応答は全く観測されないことが確認された。したがつ

て、実施形態1で観察された光応答は、前記光学素子中に存在する前記アントラキノン色素に起因することは明らかである。

【0129】[実施形態2] 本発明の光制御方法および光制御装置において光応答を大きくするためには前記制御光および前記信号光を各々収束させて前記光学素子へ照射し、かつ、前記制御光および前記信号光のそれぞれの焦点の近傍の光子密度が最も高い領域が前記光学素子中において互いに重なり合うように前記制御光および前記信号光の光路をそれぞれ配置すれば良いが、そのためには信号光および制御光を実質的に同一光路で伝播させることが好ましい。なお、前記制御光および前記信号光の電場の振幅分布がガウス分布となっているガウスピームの場合、集光レンズ7などで、開き角2θで収束させたときの焦点Fc近傍における光線束および波面30の様子を図68に示す。ここで、波長λのガウスピームの直径2ω₀が最小になる位置、すなわちビームウエストの半径ω₀は次の式で表される。

### 【0130】

$$[\text{数2}] \omega_0 = \lambda / (\pi \cdot \theta)$$

例えば、実施形態1で用いた集光レンズ(焦点距離5mm、開口数0.65)で波長633nm、ビーム直径2mmの制御光を収束したときのビームウエストの半径ω₀は1.02μm、同様にして波長780nm、ビーム直径8mmの信号光を収束したときのビームウエストの半径ω₀は0.368μm(ほぼ回折限界)と計算される。

【0131】図69に示すように、信号光および制御光が「実質的に同一光路」とみなすことができるのは次のような場合である:

- 1) 制御光と信号光の光軸が互いに平行であって、制御光の光路、例えば断面L02(半径r₂)の中に信号光の光路、例えば断面L+1、L01、またはL-1(半径r₁;r₁ ≤ r₂)が重なって伝搬する場合、
- 2) 制御光と信号光の光軸が互いに平行であって、信号光の光路、例えば断面L02(半径r₂)の中に制御光の光路、例えば断面L+1、L01、またはL-1(半径r₁;r₁ ≤ r₂)が重なって伝搬する場合、
- 3) 制御光と信号光の光軸が互いに平行(光軸間の距離l+1、l-1、またはl+1+l-1)であって、制御光の光路が断面L+1、L01、またはL-1のいずれか、信号光の光路も断面L+1、L01、またはL-1のいずれかである場合。

【0132】表1のデータは、一例として、実施形態1の装置において、集光レンズ7として、開口数0.65の顕微鏡用対物レンズを用い、受光レンズ9として、開口数0.4の顕微鏡用レンズを用い、収束ビーム径が最小となる位置(焦点)を膜型光学素子8の集光レンズ7に近い所(光の入射側)に設定し、前記光学素子を透過した前記信号光が減少する方向の光応答222が観察さ

れる条件下、信号光の光路を断面L-02（直径8mm）に固定し、断面L+1、L-01、またはL-1（直径2mm）の制御光の光路（光軸）を光軸間の距離I+1またはI-1として±1.2mm平行移動した場合の、信号光・光応答の大きさ△Tの変化を示したものである。信号光および制御光の光軸が完全に一致している場合の光応答が最大であるが、光軸間の距離I+1またはI-1が±0.6mm程度ずれても、光応答の大きさ△Tは8ポイントほど変化するにすぎない。

【0133】すなわち、収束された信号光および制御光

のそれぞれの焦点の近傍の光子密度が最も高い領域（ビームウェスト）が前記光学素子中において互いに重なり合うように前記制御光および前記信号光の光路がそれぞれ配置され、これらの領域の重なり合いが最大になったとき、すなわち、前記制御光および前記信号光の光軸が完全に一致したとき前記光応答は最大になること、前記制御光および前記信号光の光路が実質的に同一のとき、充分大きな光応答が得られることが判った。

#### 【0134】

【表1】

制御光(633nm)の 平行移動距離 I/mm	信号光(780nm)の 光応答 △T/%
-1.2	29
-0.9	60
-0.6	77
-0.3	81
0.0	84
+0.3	80
+0.6	76
+0.9	59
+1.2	30

【実施形態3】図61に概略構成を示すような実施形態1の光制御装置において、実施形態1における膜型の光学素子8の代わりに、内部形態が薄膜型の光学セル800または810に液状の光応答性組成物を充填して用いる場合について以下に説明する。なお、図61のような光学装置構成および配置は、内部形態が薄膜型の光学セルを用いる場合の他、外部および内部形態が板状、直方体状、円柱状、半円柱状、四角柱状などの光学セルを用いる場合にも好適に用いることができる。

【0135】ここで、内部形態が薄膜型の光学セルは例えば以下の構成のものである。

【0136】(1) 光学ガラスまたは石英ガラス製セル800(図70)。

【0137】(2) 2枚の板ガラスをスペーサーおよびゴムパッキンを挟んで重ね合わせ、固定用の金属枠で保持した構成の組立式光学セル810(図71)。

【0138】図70に示すような光学ガラスまたは石英ガラス製セル800は入射・出射面ガラス801および802、側面ガラス803および804、および、底面

ガラス805によって、液状光応答性組成物充填部808を形成したものである。ガラス材質としては石英ガラスのほか、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラスなどの光学ガラスを使用することができ、公知のガラス加工技術によって製造することができる。光学セルとしての精度を獲得するためには、ガラス加工時に、入射・出射面ガラス801および802の平面性および平行度を高度に維持する必要がある。液状の光応答性組成物は導入口807から導入管806を通じて充填される。導入口807に例えればポリ四フッ化エチレン製栓(図示せず)を挿入すること、あるいは、導入口807をガラス加工で封じることによって、充填した液状光応答性組成物を光学セル中に封印し、前記の光学セルの機能要件を満たすことができる。光学ガラスまたは石英ガラス製セル800は、ガラスを腐食する溶液、例えば強アルカリ性の液体、フッ化水素酸、またはホウフッ化水素酸などを用いる場合を除き、大多数の有機および無機マトリックス材料を用いた液状光応答性組成物を充填する際に、広く使用することができる。特に、マトリックス材料として、

塩酸、硫酸、硝酸、王水、クロルスルホン酸、メタンスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、クロル酢酸、トリクロル酢酸、トリフルオロ酢酸、酢酸などの酸を用いる場合に有用である。

【0139】図70に示すガラス製光学セル800と同じような形態を、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリカーボネイトなどの透明プラスチック（有機ガラス）で製造し、光学セルとして使用することもできる。ただし、この場合は、マトリックス材料が該プラスチックを溶解したり侵したりしないよう、材料選択・組み合わせに留意する必要がある。

【0140】図71に示すような組立式光学セル810は、液状光応答性組成物充填部818を設けたスペーサー814を2枚の板状の入射・出射面ガラス813および815で挟み、これをゴムパッキン812および816を介して固定枠811および817で挟み、固定ネジ穴824および825にネジ（図示せず）を用いて固定するものである。固定枠817に取り付けた導入管822および823は、固定枠817に設けた導入孔820、次いで入射・出射面ガラス815に設けた導入孔819に通じており、これらの導入経路を通して液状の光応答性組成物を充填部818へ導入することができる。充填部818の厚さ、すなわち、信号光および／または制御光が垂直に入射したとき光応答性組成物中を伝播する光路長は、組立時のスペーサー818の厚さによって決定される。スペーサー814、入射・出射面ガラス813および815、ゴムパッキン812および815、および、固定枠811および817は、すべて液状の光応答性組成物に接触するので、液状のマトリックス材料の溶解性、浸透性、透過性、および／または腐食性に耐える材質である必要がある。具体的には、スペーサー814の材質は光学ガラス、石英ガラス、ポリ四フッ化エチレン、ブチルゴム、シリコンゴム、エチレン・プロピレンゴムなどが好ましい。特に、前記光路長の精度維持と液のシール性維持を両立させるためには、ポリ四フッ化エチレンなどのフッ素系高分子材料が好適に用いられる。入射・出射面ガラス813および815としては、石英ガラスのほか、合成サファイア、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラスなどの光学ガラスを使用することができる。また、前記マトリックス材料が無機ガラスを腐食する液体の場合、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリカーボネイトなどの有機ガラスを用いることもできる。ゴムパッキン812および816の材質としては、ブチルゴム、シリコンゴム、エチレン・プロピレンゴム、放射線照射架橋したフッ素樹脂系ゴムなどを用いることができる。固定枠811および817はステンレス、金メッキした真鍮などの金属製のものを好適に用いることができる。

【0141】以下、光学素子8として、液状光応答性組

成物の膜厚（垂直入射した場合の光路長）が $100\mu m$ になるように調製された石英ガラス製セル800に前記の式【6】で表されるアントラキノン誘導体のジクロロメタン溶液（濃度 $5 \times 10^{-3} mol/l$ ）を液状の光応答性組成物として充填したものを用いた場合について説明する。この場合の光学素子8の透過率スペクトルを図72に示す。この光学素子8の透過率は制御光の波長（633 nm）で16%、信号光の波長（780 nm）で91%であった。

【0142】この光学素子8（薄膜型光学セル800）を実施形態1の場合と同様な光制御装置（図61）に取り付け、制御光および信号光の収束ビーム径が最小となる位置（焦点Fc）と膜型光学素子8の位置関係を変えながら、制御光の断続に対応した信号光の光応答の向きおよび大きさを実施形態1の場合と同様にして調べた。すなわち、信号光の光源2として半導体レーザー（発振波長780 nm、連続発振出力6 mW、ビーム整形後の直径約8 mmのガウスビーム）を、制御光の光源1としてヘリウム・ネオンレーザー（発振波長633 nm、ビーム直径2 mmのガウスビーム）を、集光レンズ7として倍率20倍、開口数0.4の顕微鏡用レンズを、受光レンズ9として倍率10倍、開口数0.3の顕微鏡用対物レンズを用い、集光レンズ7および受光レンズ9の間隔（d78 + d89）を固定したまま、光学素子8としての光学セル800と集光レンズ7の距離を変化させ、同一の光路で収束された制御光および信号光の焦点位置と薄膜型光学セル800との位置関係を変化させて実施した。

【0143】制御光の入射パワー10 mWのとき、信号光強度が減少する向きの応答の大きさ $\Delta T$ の最大値は95%、見かけの信号光強度が増加する向きの応答の大きさ $\Delta T'$ の最大値は30%であった。なお、制御光の焦点位置を光学セル内の光応答性組成物の入射側近傍に置き、制御光を1ミリ秒よりも長いパルス幅で照射した場合、制御光のパワーを10 mWよりも大きくすると、制御光の焦点位置において、溶剤のジクロロメタンが沸騰を始めた。溶剤の沸騰は極めて局部的に起こるため、光学セル内部の圧力上昇は極めて軽微であった。また、制御光を遮断すると、直ちに沸騰は停止した。

【0144】【比較例2】従来の技術に基づく比較実験を行うため、特開昭53-137884号公報、特開昭63-231424号公報、および特開昭64-73326号公報の記述に従い、図73に概要を示すような構成の装置を用い、光制御を試みた。すなわち、光路長1 cmの石英製溶液セル27に絞り19を通した信号光の光源2からの半導体レーザー光（波長780 nm）を照射し、透過した光を波長選択透過フィルター20を経由して光検出器22で受光し、一方、溶液セル27を透過する信号光の光路全体に、信号光に直交する方向から制御光を、投射レンズ26を用いて拡散させて照射した。

図73の装置構成において、信号光の光源1（波長633nm）、NDフィルター3、シャッター4、半透過鏡5、および、光検出器11の役割および仕様は実施形態1または3の場合と同様である。なお、波長選択透過フィルター20は溶液セル27から散乱してくる制御光が光検出器22に入射するのを防ぐものであり、実施形態1または3で用いたのと同様のものを用いることができる。

【0145】色素としては実施形態3と同様に前記の式[6]で表されるアントラキノン誘導体を用い、ジクロロメタン溶液を溶液セル27に充填して試験した。色素濃度については、光路長の相違、すなわち実施形態3の場合の光路長100μmに対して100倍の光路長1cmであることを勘案し、実施形態3の場合の100分の1の濃度( $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ )に設定し、実効的な透過率が実施形態3の場合と同等になるよう調節した。実施形態3の場合と同様に、NDフィルター3によって、光学素子(溶液セル27)へ入射する制御光のパワーを0.5mWないし25mWの範囲で調節し、制御光をシャッター4を用いて明滅させた。しかしながら、制御光のパワーを最大にしても光検出器22へ入射する信号光の強度は全く変化しないという結果が得られた。すなわち、制御光のパワーを0.5mWないし25mWの範囲で調節した限りでは、図73の装置構成・装置配置において光・光制御は実現できなかった。

【0146】【実施形態4】図74には本実施形態の光制御装置の概略構成が示されている。このような光学装置構成および配置は、図74に例示するような膜型光学素子8の他に、ファイバー型、光導波路型、マイクロチャンネルアレイ型などの光学素子を用いる場合、および、液状の光応答性組成物を充填した光学セルを用いる場合にも好適に用いることができる。

【0147】光源1および2、NDフィルター3、シャッター4、光検出器11および22、膜型光学素子8、波長選択透過フィルター20、およびオシロスコープ100については実施形態1(図61)と同様のものを同様にして用いた。

【0148】図74に示すような配置でダイクロイックミラー21を用いることで、制御光を分割して、その光強度を光検出器11でモニターすると同時に、制御光と信号光の光路を重ね合わせることができ、図61の配置で必要な光混合器6を省略することができる。ただし、図74の配置においては、ダイクロイックミラー21の波長選択透過および反射を補完するために、信号光を完全に遮断し制御光だけを透過させるような波長選択透過フィルター10を光検出器11の前に設けることが好ましい。また、信号光および/または制御光が光源1および2へ戻り、光源装置に悪影響を与えるのを避けるため、必要に応じて、光アイソレーター13および14を、それぞれ光源1および2の前に設けても良い。

【0149】光路を一致させた信号光および制御光を一緒に収束させて膜型光学素子8へ照射する際の光収束手段として、集光レンズ7および受光レンズ9の代わりに、図74のような配置において凹面鏡15および16を用いることができる。信号光と制御光に共通の収束手段としてレンズを用いる場合、厳密には波長によって焦点距離が異なるという問題が生じるが、凹面鏡ではその心配がない。

【0150】図74に例示するような、本発明の光制御装置において前記光学素子を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、前記強度変調および/または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出すには、次のような方法を採用することができる。

【0151】(1) 光検出器22の手前に絞り19を設ける方法。

【0152】(2) 照射側の凹面鏡15の開口角よりも受光側の凹面鏡16の開口角を小さくする方法。

【0153】(3) 照射側の凹面鏡15の開口角よりも受光側の凹面鏡16の開口角を小さくし、更に、光検出器22の手前に絞り19を設ける方法。

【0154】図74に例示するような、本発明の光制御装置において必須の装置構成要素は光源1および2、ダイクロイックミラー21、波長選択透過フィルター20、凹面鏡15、16、および膜型光学素子8である。なお、図74におけるダイクロイックミラー21の代わりに偏光または非偏光のビームスプリッターを用いることもできる。

【0155】本発明の光制御方法を図74に示すような装置で行う場合の手順として、まず、制御光(光源1)と信号光(光源2)の光路が一致し、共通の焦点Fc(ビームウエスト)位置に光学素子8が配置されるよう調節を行い、次いで、ダイクロイックミラー21ならびに波長選択透過フィルター10および20の機能を点検するため、光源1と2を交互に点灯し、光源1のみ点灯(シャッター4開放)したとき光検出器22に応答がないこと、および光源2のみを点灯したとき光検出器11に応答がないことを確認した。

【0156】以下、実施形態1の場合と同様にして、前記膜型光学素子8を用いた光・光制御方法を実施し、実施形態1の場合と同等の実験結果を得た。

【0157】【実施形態5】図75には本実施形態の光制御装置の概略構成が示されている。図61および図74に例示した装置構成では、信号光と制御光を同じ方向から光応答性光学素子へ照射させているのに比較して、図75では信号光と制御光を反対方向から、光軸を一致させて同一の焦点で収束するように照射している点に特徴がある。

【0158】このような光学装置構成および配置は、図75に例示するような膜型光学素子8の他に、ファイバーティー型、光導波路型、マイクロチャンネルアレイ型などの

光学素子を用いる場合、および、液状の光応答性組成物を充填した光学セルを用いる場合にも好適に用いることができる。

【0159】図75に例示する装置構成において光源1および2、NDフィルター⑨、シャッター4、集光レンズ7、膜型光学素子8、波長選択透過フィルター10および20、光検出器11および22、光アイソレーター13および14、およびオシロスコープ100については実施形態1(図61)および/または実施形態4(図74)の場合と同様のものを同様にして用いることができる。

【0160】図75に示すような配置で2枚のダイクロイックミラー(23および24)を用いることで、信号光と制御光を反対方向から、光軸を一致させて同一の焦点で収束するように照射することができる。なお、2つの集光レンズ7は、光学素子を透過してきた制御光および信号光をそれぞれ平行ビームへ戻すための受光レンズ9としての役割を兼ねている。

【0161】図75に例示するような、本発明の光制御装置において必須の装置構成要素は光源1および2、2枚のダイクロイックミラー(23および24)、波長選択透過フィルター10および20、2つの集光レンズ7、および膜型光学素子8である。

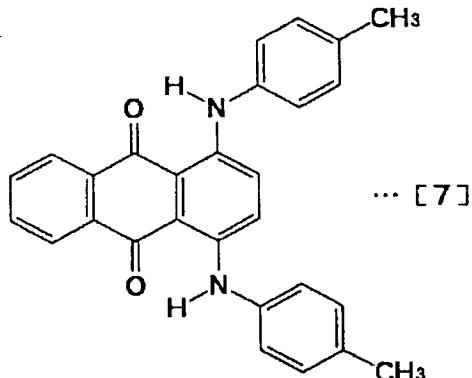
【0162】なお、図75におけるダイクロイックミラー(23および24)の代わりに偏光または非偏光ビームスプリッターを用いることもできる。

【0163】本発明の光制御方法を図75に示すような装置で行う場合の手順として、まず、制御光(光源1)と信号光(光源2)の光路が一致し、共通の焦点位置に光学素子8が配置されるよう調節を行い、次いで、波長選択透過フィルター10および20の機能を点検するため、光源1と2を交互に点灯し、光源1のみ点灯(シャッター4開放)したとき光検出器22に応答がないこと、および光源2のみを点灯したとき光検出器11に応答がないことを確認した。

【0164】以下、実施形態1の場合と同様にして、前記膜型光学素子8を用いた光・光制御方法を実施し、実施形態1の場合と同等の実験結果を得た。

【0165】【実施形態6】実施形態3における前記の式[6]で表されるアントラキノン誘導体の代わりに、色素として、下記の式[7]で表されるアントラキノン誘導体(慣用名ソルベントグリーン3)

【化12】



を用い、その他は実施形態3に記載の方法と同様にして、アントラキノン誘導体のジクロロメタン溶液(濃度 $5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ )を液状の光応答性組成物として前記の石英ガラス製セル800(光路長 $100 \mu\text{m}$ )に充填したものを膜型光学素子として用いて、本発明の光制御方法を実施した。

【0166】なお、この膜型光学素子の透過率スペクトルは図76に示す通りであり、透過率は制御光の波長(633 nm)で9.5%、信号光の波長(780 nm)で85%であった。

【0167】実施形態3の場合と同様にして本発明の光制御方法を実施したところ、制御光の入射パワー5 mWのとき、信号光強度が減少する向きの応答の大きさ $\Delta T$ の最大値は85%、見かけの信号光強度が増加する向きの応答の大きさ $\Delta T'$ の最大値は23%であった。なお、制御光の焦点位置を光学セル内の光応答性組成物の入射側近傍に置き、制御光を1ミリ秒よりも長いパルス幅で照射した場合、制御光のパワーを7 mWよりも大きくすると、制御光の焦点位置において、溶剤のジクロロメタンが沸騰を始めた。溶剤の沸騰は極めて局部的に起こるため、光学セル内部の圧力上昇は極めて軽微であった。また、制御光を遮断すると、直ちに沸騰は停止した。

【0168】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の光制御方法および光制御装置によれば、例えば、可視領域にあるレーザー光を制御光として、近赤外線領域にある信号光を効率良く変調することが、極めて単純な光学装置によって、電子回路などを一切用いることなく、実用上充分な応答速度において実現可能になる。

【0169】また、本発明の光制御方法および光制御装置を用いた可視光線レーザーによる近赤外線レーザーの直接変調は、例えば、ポリメチルメタクリレート系プラスチック光ファイバー中を伝搬させるのに適した可視光線レーザーによって、空気中を伝搬させるのに適した近赤外線レーザーを直接変調するような用途において極めて有用である。また、例えば光コンピューティングの分野において新しい光演算方式を開発する上で役立つと期待される。

【0170】更に、本発明の光制御方法および光制御装置によれば、光学素子としてナフトキノンまたはアントラキノン誘導体をマトリックス材料中に溶解または分散させた光応答性組成物から成る光学素子を用いることができ、前記光学素子に用いられる材料の選択範囲を広げ、かつ光学素子への加工を容易にし、産業界への利用の道を広く拓くことができる。

【0171】更に、液状の光応答性組成物を光学素子に充填して使用することにより、光学散乱を小さくすることができ、できる限り小さいパワーで大きな光応答を示す光学装置を提供することができる。また、光学素子中の光応答性組成物の交換を、簡便に実施することができる。また、光応答性組成物中に照射された制御光の焦点近傍の色素が劣化しても、拡散による物質移動によって、光応答性組成物が液状でない場合に比べて長期間、機能を発揮させることができる。

【0172】更に、揮発性の溶剤を用いて液状光応答性組成物を作成することによって、過大パワーの制御光が入射した場合は、前記溶剤が沸騰して泡を発生し、その結果制御光を遮断し、光学素子が損傷を受けることを防ぐようにすることができる。

【0173】光学素子に制御光および信号光を各々収束させる前記収束手段、および／または、光学素子中の光応答性組成物を透過した後、発散していく信号光光線束のうち、強度変調および／または光束密度変調を強く受けた領域の信号光光線束を分別して取り出す手段、および／または、光学素子中の前記光応答性組成物を透過してきた信号光と制御光の混合光を、信号光と制御光とに分離する手段を組み込むことによって、極めてシンプルかつコンパクトな光制御装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図2】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図3】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図4】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図5】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図6】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図7】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図8】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図9】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図10】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の

構造を例示した図である。

【図11】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図12】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図13】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図14】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図15】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図16】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図17】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図18】 本発明に用いられるナフトキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図19】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図20】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図21】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図22】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図23】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図24】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図25】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図26】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図27】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図28】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図29】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図30】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図31】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図32】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図33】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図34】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図35】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体

の構造を例示した図である。

【図36】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図37】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図38】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図39】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図40】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図41】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図42】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図43】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図44】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図45】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図46】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図47】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図48】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図49】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図50】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図51】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図52】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図53】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図54】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図55】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図56】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図57】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図58】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図59】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体の構造を例示した図である。

【図60】 本発明に用いられるアントラキノン誘導体

の構造を例示した図である。

【図61】 本発明を実施する際に用いられる装置構成を例示した実施形態1の構成図である。

【図62】 制御光および信号光の光強度時間変化を例示した図である。

【図63】 制御光および信号光の光強度時間変化を例示した図である。

【図64】 光強度分布測定に用いたスリットと光ビームとの関係を示す図である。

【図65】 信号光のビーム断面の光強度分布を表した図である。

【図66】 信号光のビーム断面の光強度分布を表した図である。

【図67】 信号光のビーム断面の光強度分布を表した図である。

【図68】 集光レンズなどで収束されたガウスビームの焦点近傍における様子を表した模式図である。

【図69】 制御光および信号光の光路（および光軸）の関係を例示した図である。

【図70】 光学ガラスまたは石英ガラス製光学セルを例示した模式図である。

【図71】 組立式光学セルの構成部品を例示した模式図である。

【図72】 実施形態3の膜型光学素子（薄膜型光学セル）の透過率スペクトルである。

【図73】 従来技術で用いられている装置構成を例示した構成図である。

【図74】 本発明を実施する際に用いられる装置構成を例示した実施形態4の構成図である。

【図75】 本発明を実施する際に用いられる装置構成を例示した実施形態5の構成図である。

【図76】 実施形態6の膜型光学素子（薄膜型光学セル）の透過率スペクトルである。

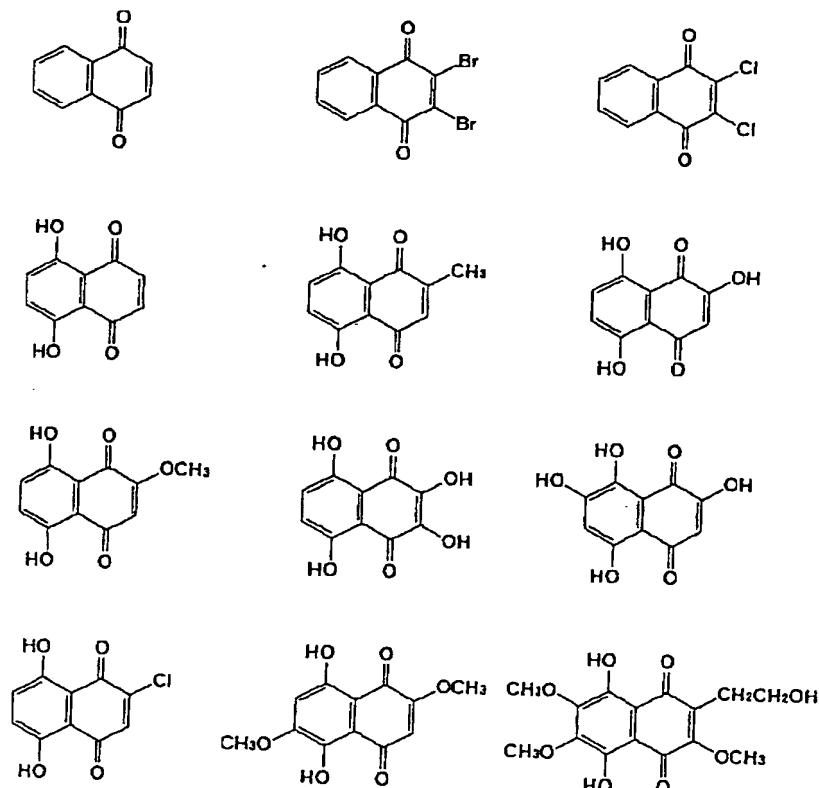
#### 【符号の説明】

- 1 制御光の光源、2 信号光の光源、3 NDフィルター、4 シャッター、5 半透過鏡、6 光混合器、7 集光レンズ、8 光応答性組成物から成る光学素子、9 受光レンズ、10 波長選択透過フィルター（信号光遮断用）、11 光検出器、13 光アイソレーター（制御光用）、14 光アイソレーター（信号光用）、15 凹面鏡、16 凹面鏡、19 紋り、20 波長選択透過フィルター（制御光遮断用）、21 ダイクロイックミラー、22 光検出器（信号光の光強度検出用）、23 ダイクロイックミラー、24 ダイクロイックミラー、26 投射レンズ、27 石英製溶液セル（光路長1cm）、30 波面、31 光強度分布測定器の受光部（有効直径4mm）、32 第一のスリット（幅1mm）、33 第二のスリット（幅2.5μm）、100 オシロスコープ、111 光検出器11からの信号（制御光の光強度時間変化曲線）、222 お

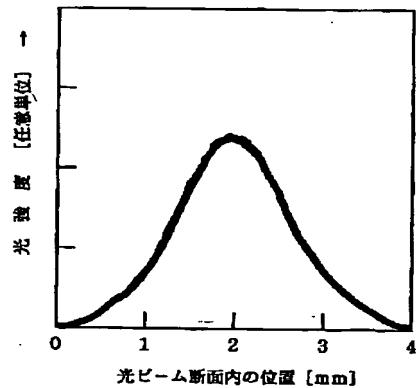
および 223 光検出器 22 からの信号（信号光の光強度時間変化曲線）、800 ガラス製光学セル、801 入射・出射面ガラス、802 入射・出射面ガラス、803 側面ガラス、804 側面ガラス、805 底面ガラス、806 導入管、807 導入口、808 光応答性組成物充填部、810 組立式光学セル、811 固定枠、812 ゴムパッキン、813 入射・出射面ガラス、814 スペーサー、815 入射・出射面ガラス（導入孔付）、816 ゴムパッキン（導入孔付）、817 固定枠（導入孔付）、818 光応答性組成物充填部、819 導入孔、820 導入孔、821 導入孔、822 導入管、823 導入管、824 固定ネジ穴、825 固定ネジ穴、A 制御光を遮断した状態で信号光の光源を点灯した場合の光検出器 22 の出力レベル、B 焦点 Fc が光学素子 8 の集光レンズ側に設定された場合で、かつ信号光の光源を点灯した状態で制御光を照射した場合の光検出器 22 の出力レベル、C 信号光を消灯した状態の光検出器 22 の出力レベ

ル、D 焦点 Fc が光学素子 8 の受光レンズ側に設定された場合で、かつ信号光の光源を点灯した状態で制御光を照射した場合の光検出器 22 の出力レベル、d78 集光レンズ 7 と光学素子 8 の距離、d89 光学素子 8 と受光レンズ 9 の距離、Fc 焦点、L01、L+1、L-1 および L02 信号光または制御光の光ビーム断面、l+1 および l-1 信号光または制御光の光軸の平行移動距離、r1 信号光または制御光の光ビーム断面 L01、L+1 または L-1 の半径、r2 信号光または制御光の光ビーム断面 L02 の半径、t1 信号光の光源を点灯した時刻、t2 制御光を遮断していたシャッターを開放した時刻、t3 制御光をシャッターで再び遮断した時刻、t4 制御光を遮断したシャッターを開放した時刻、t5 制御光をシャッターで再び遮断した時刻、t6 信号光の光源を消灯した時刻、θ 集光レンズで収束させた光ビームの外周部が光軸となす角度、ω0 集光レンズで収束させたガウスビームのビームウエスト（焦点位置におけるビーム半径）。

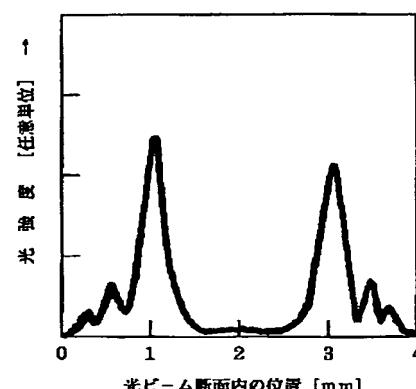
【図 1】



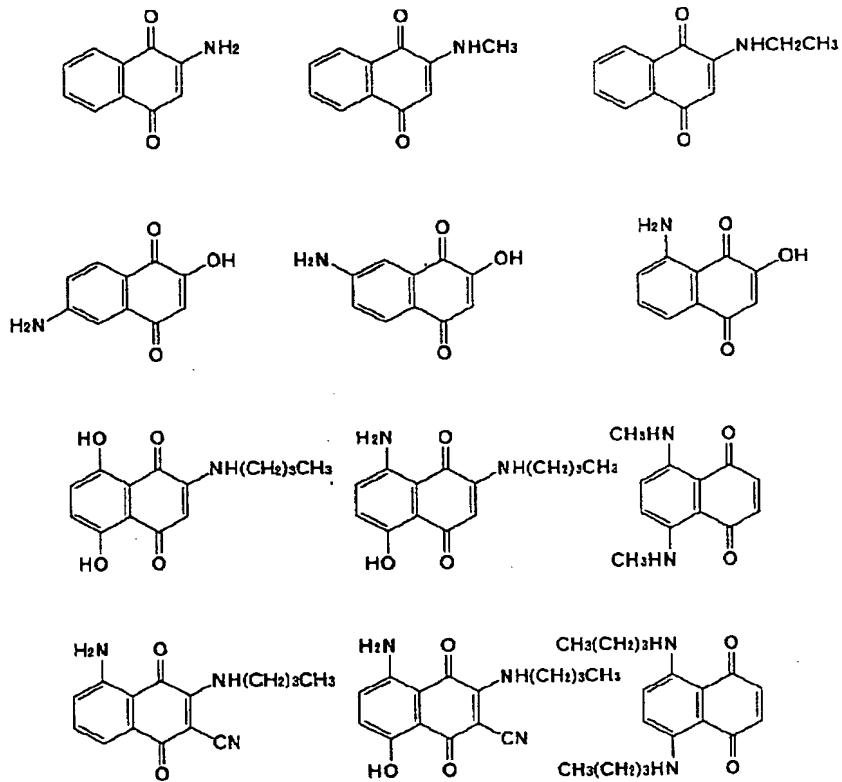
【図 6.5】



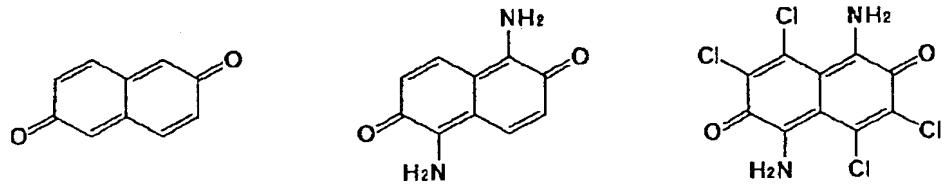
【図 6.6】



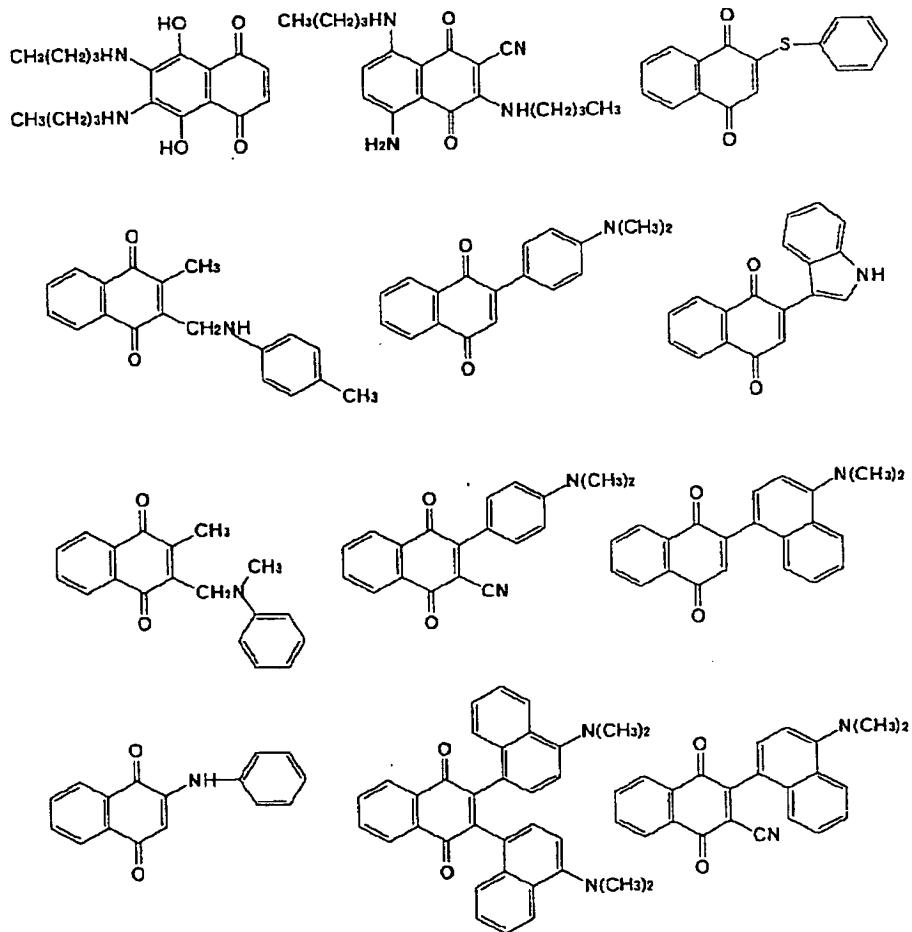
【図2】



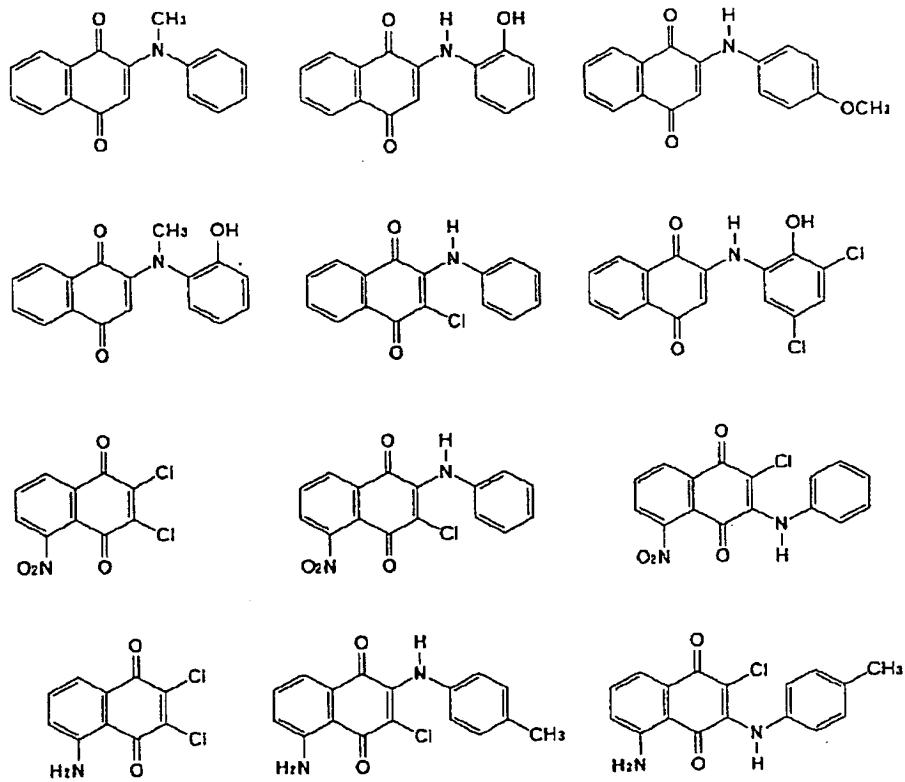
【図18】



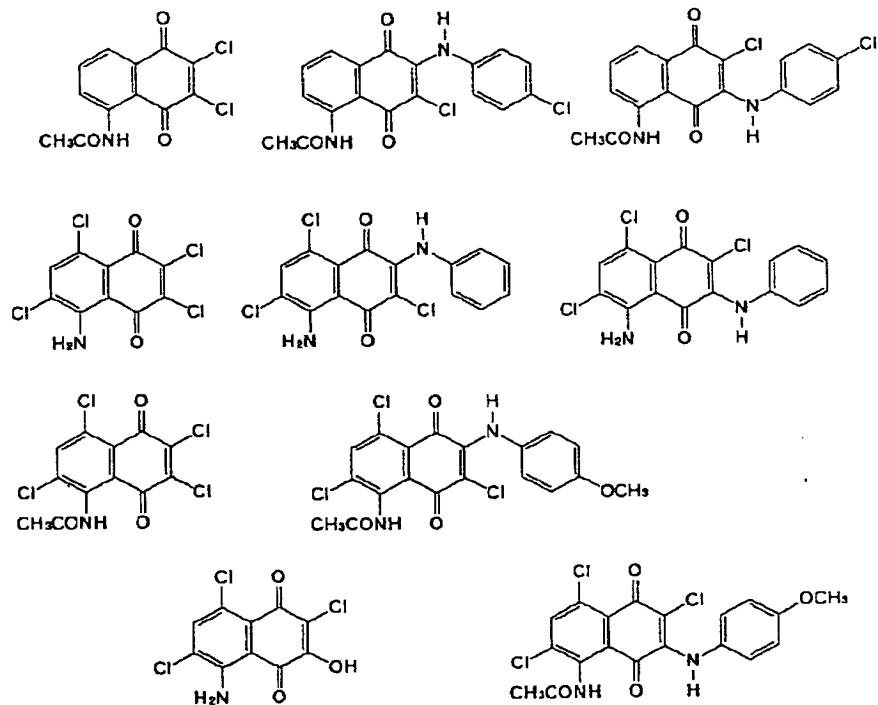
【図3】



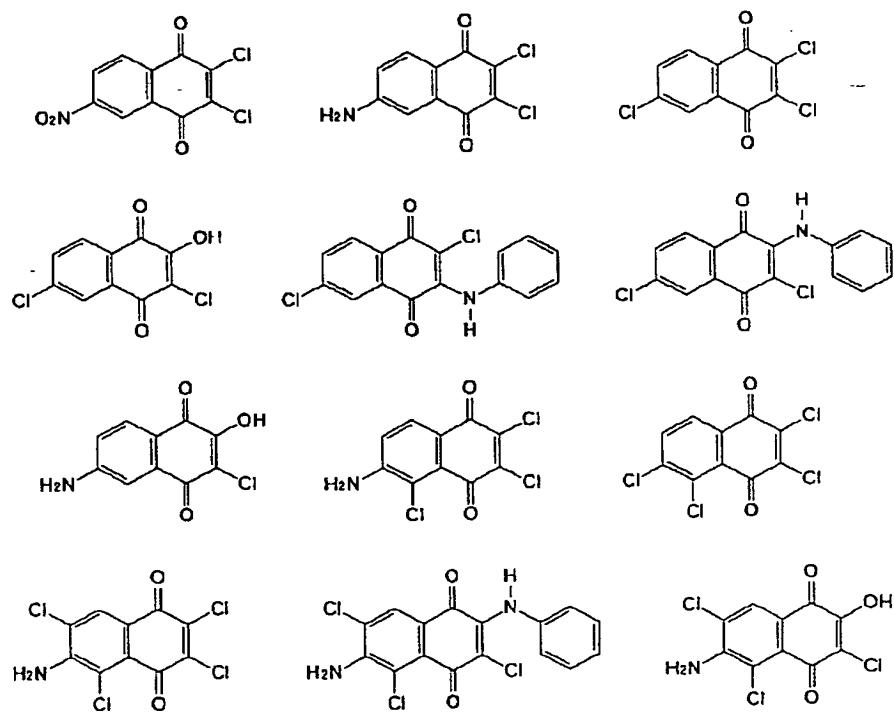
【図4】



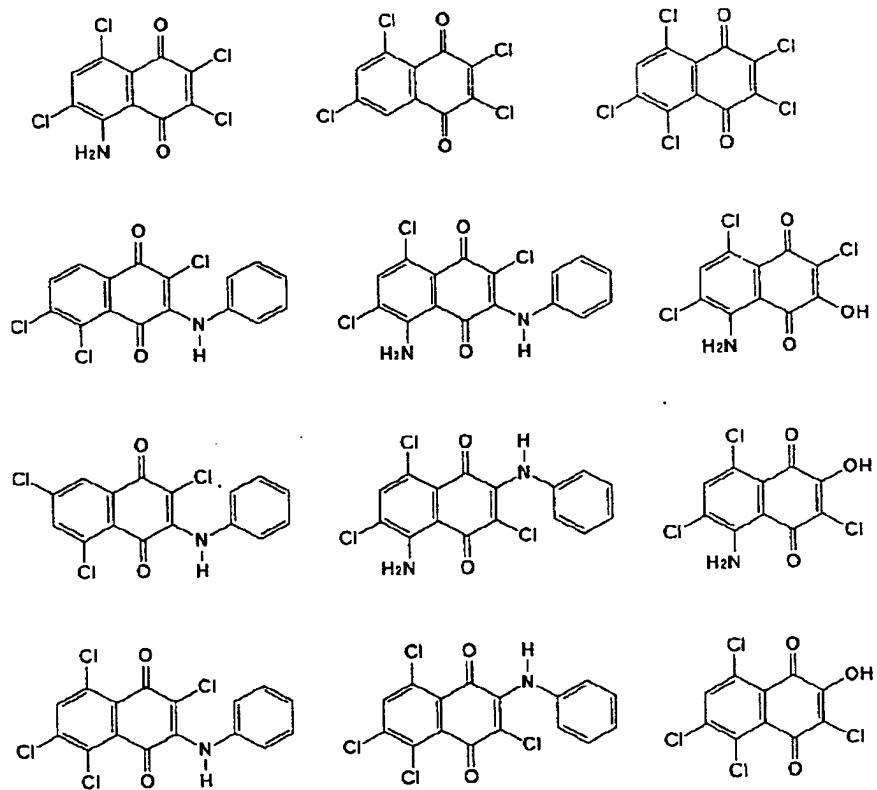
【図5】



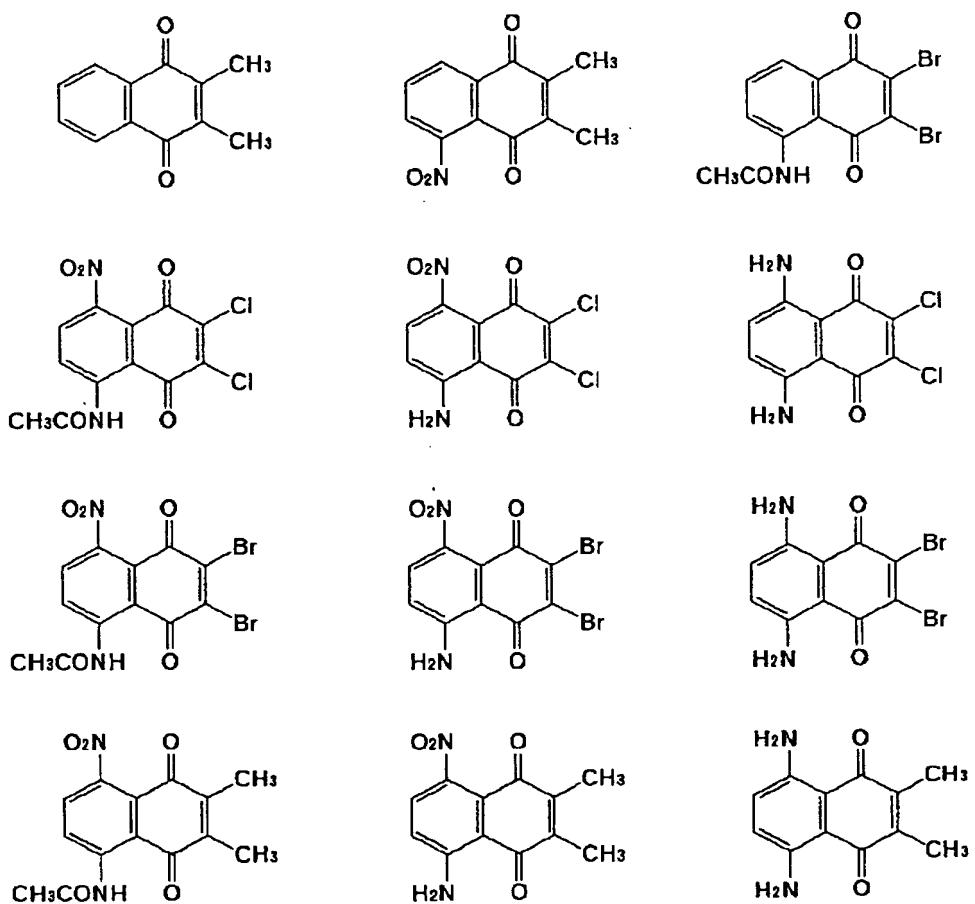
【図6】



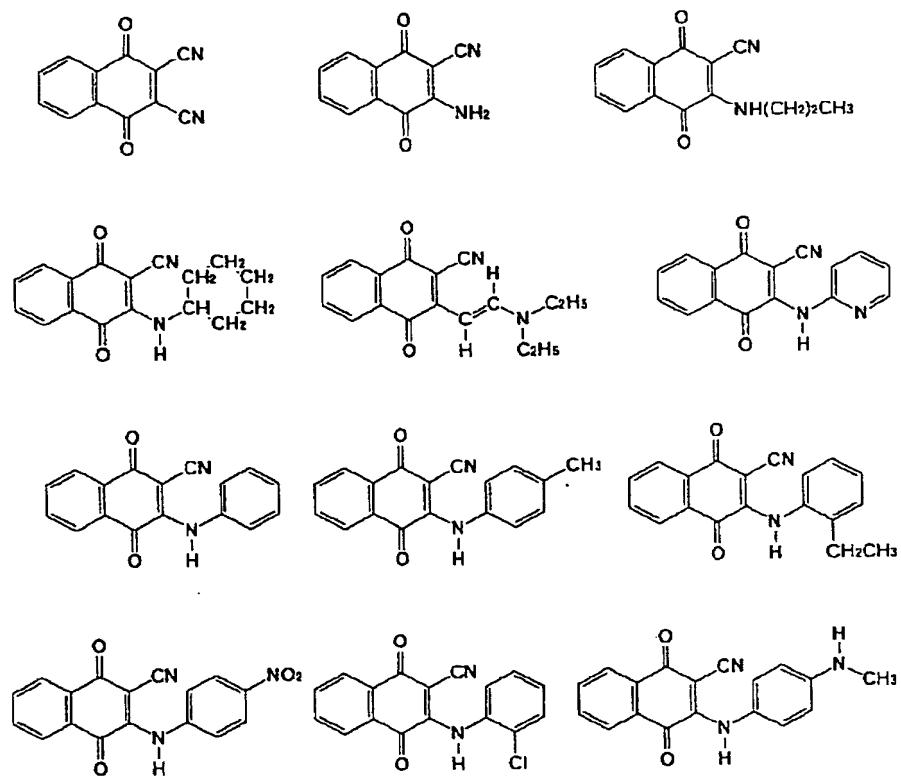
【図7】



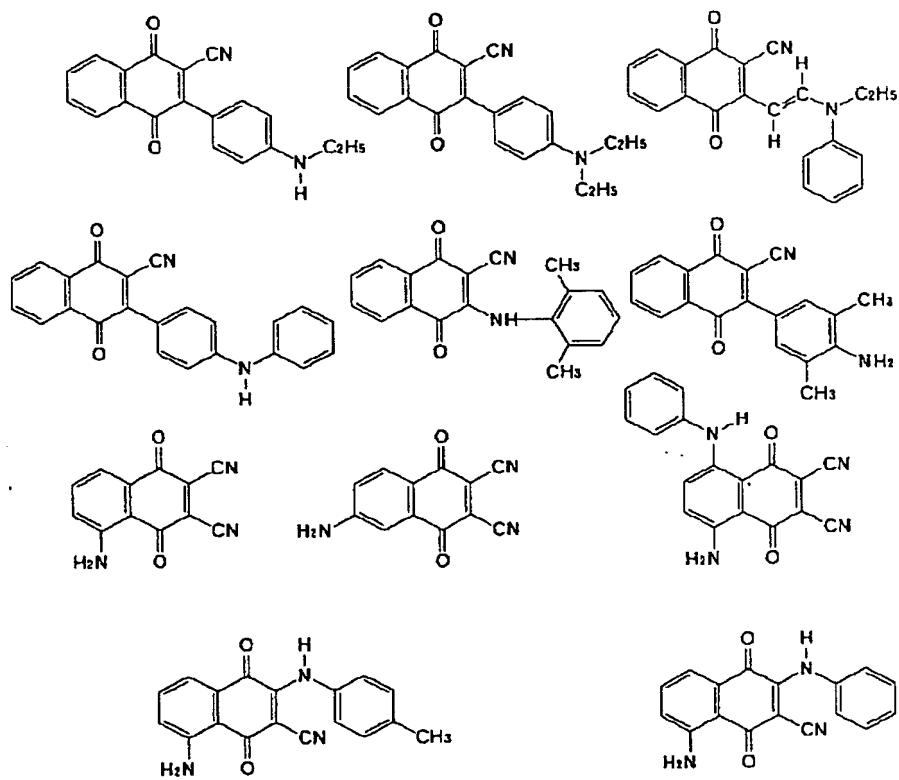
【図8】



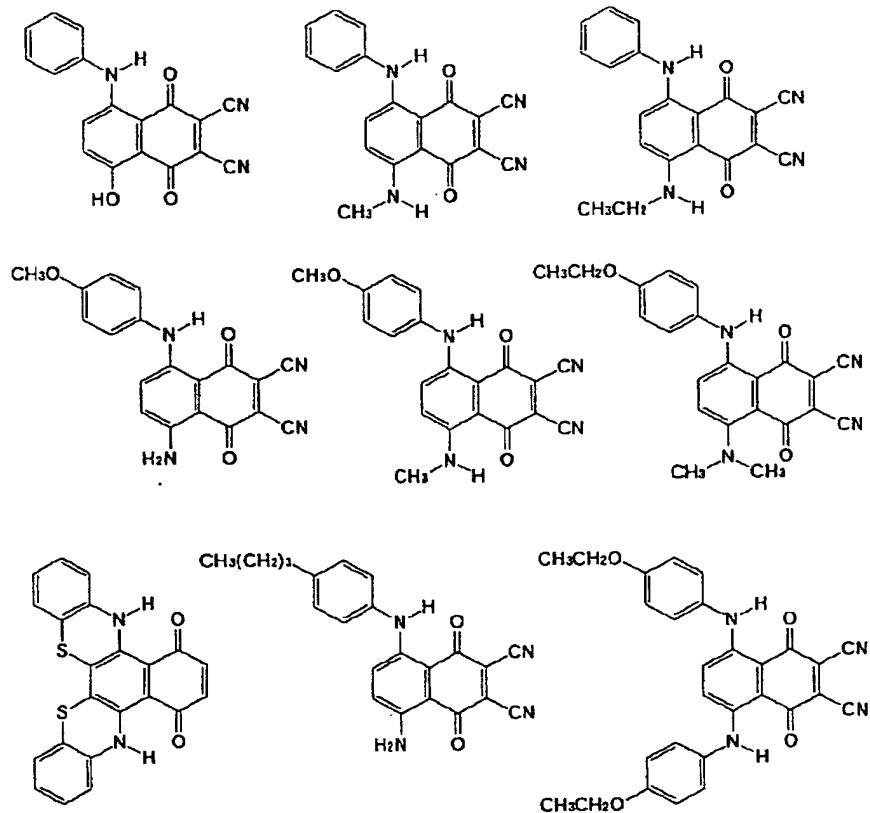
【図9】



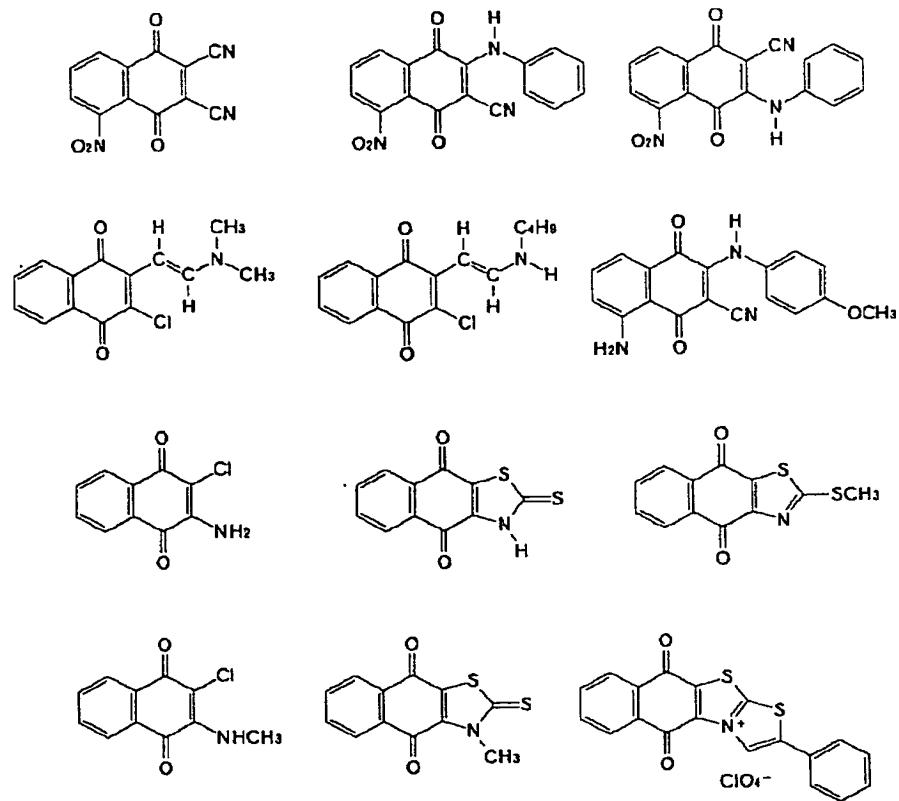
【図 10】



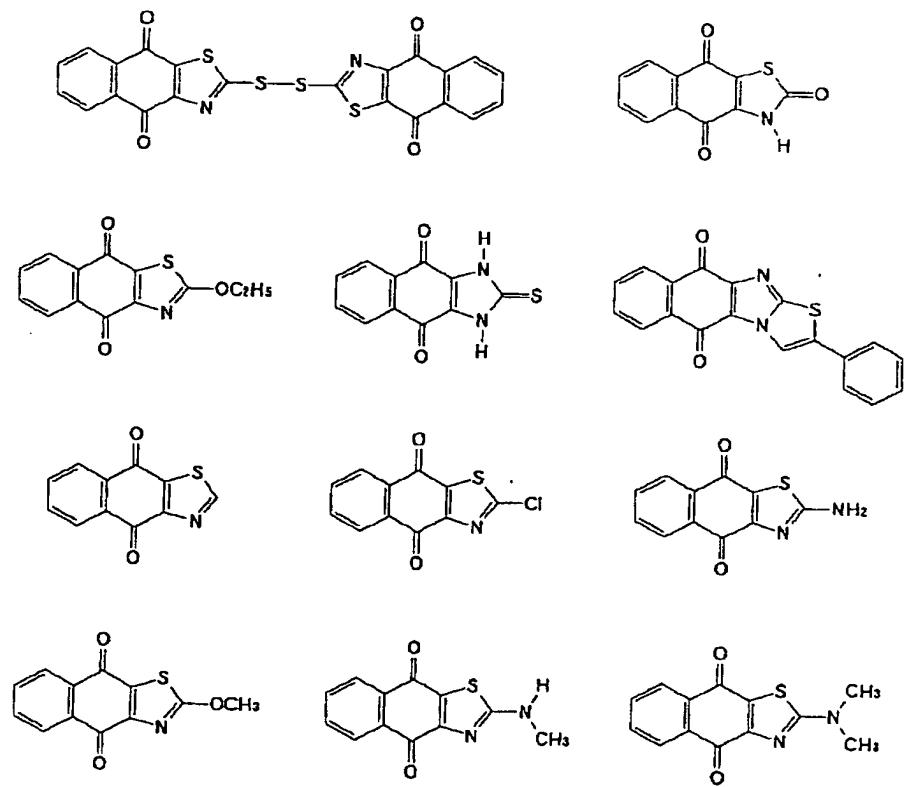
【図11】



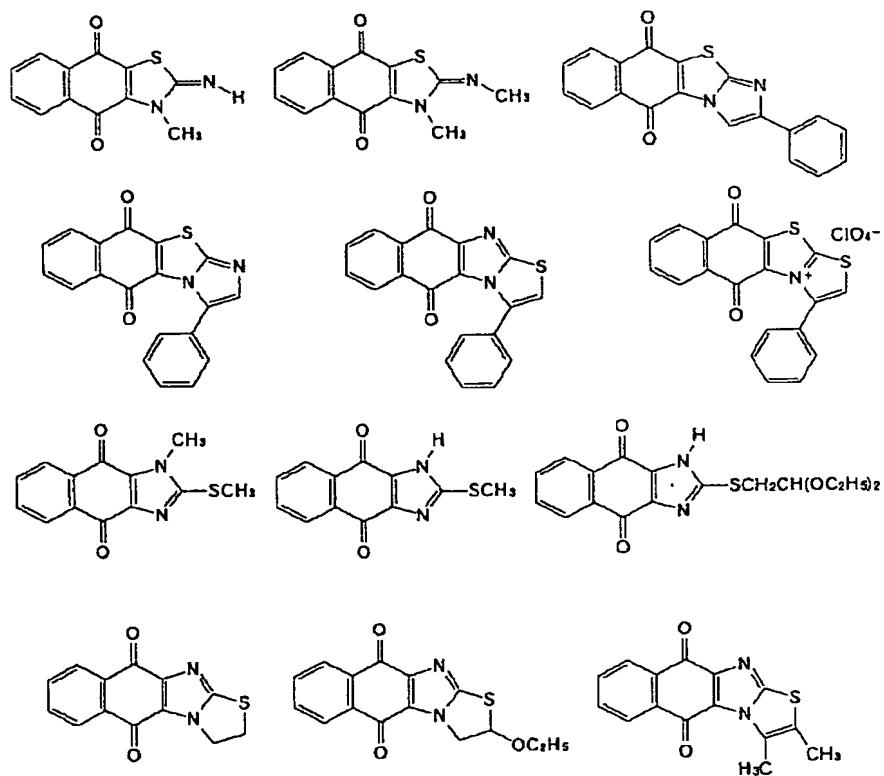
【図12】



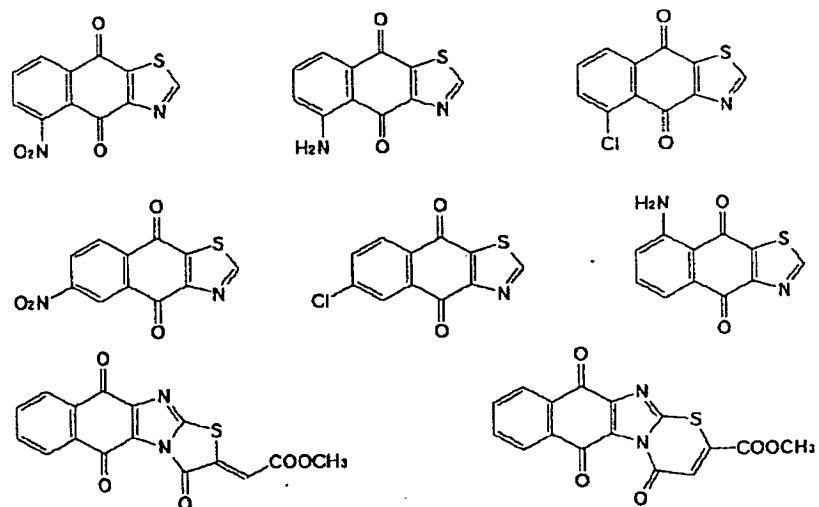
【図13】



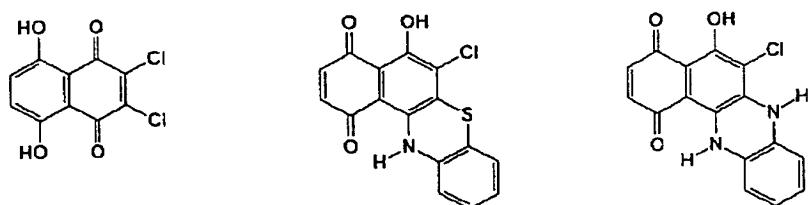
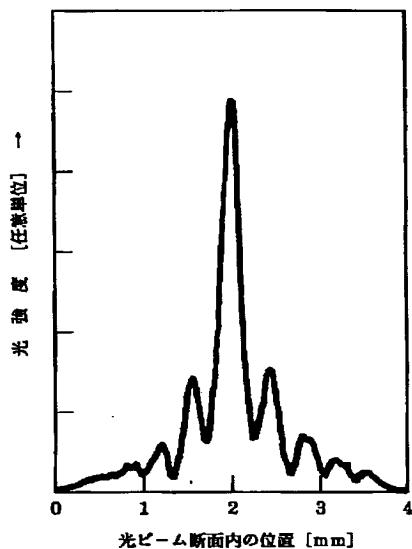
【図14】



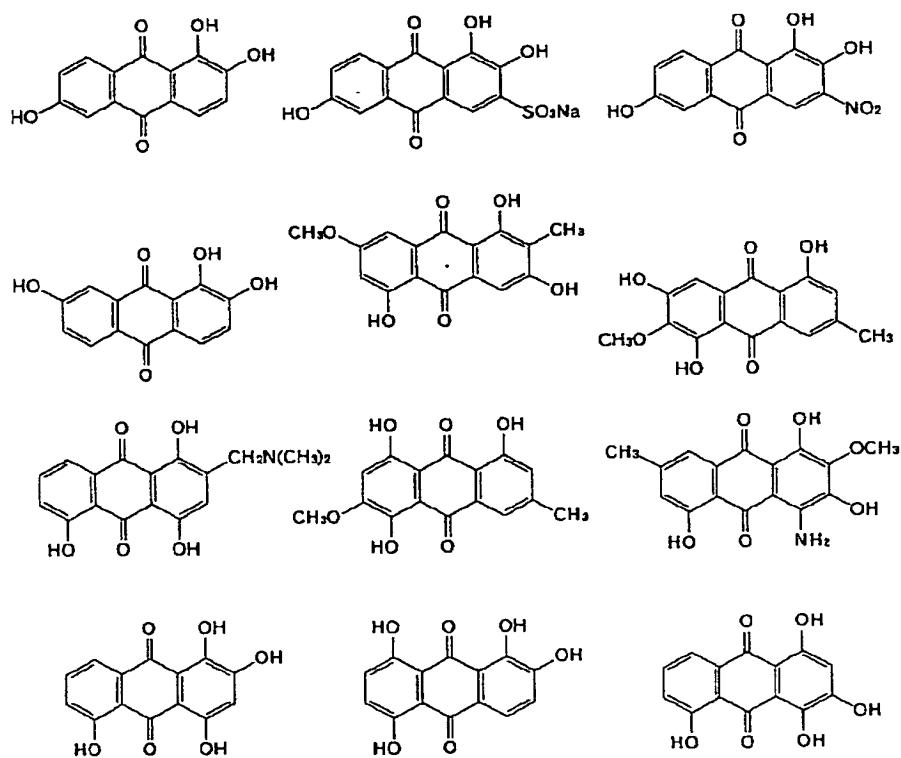
【図 15】



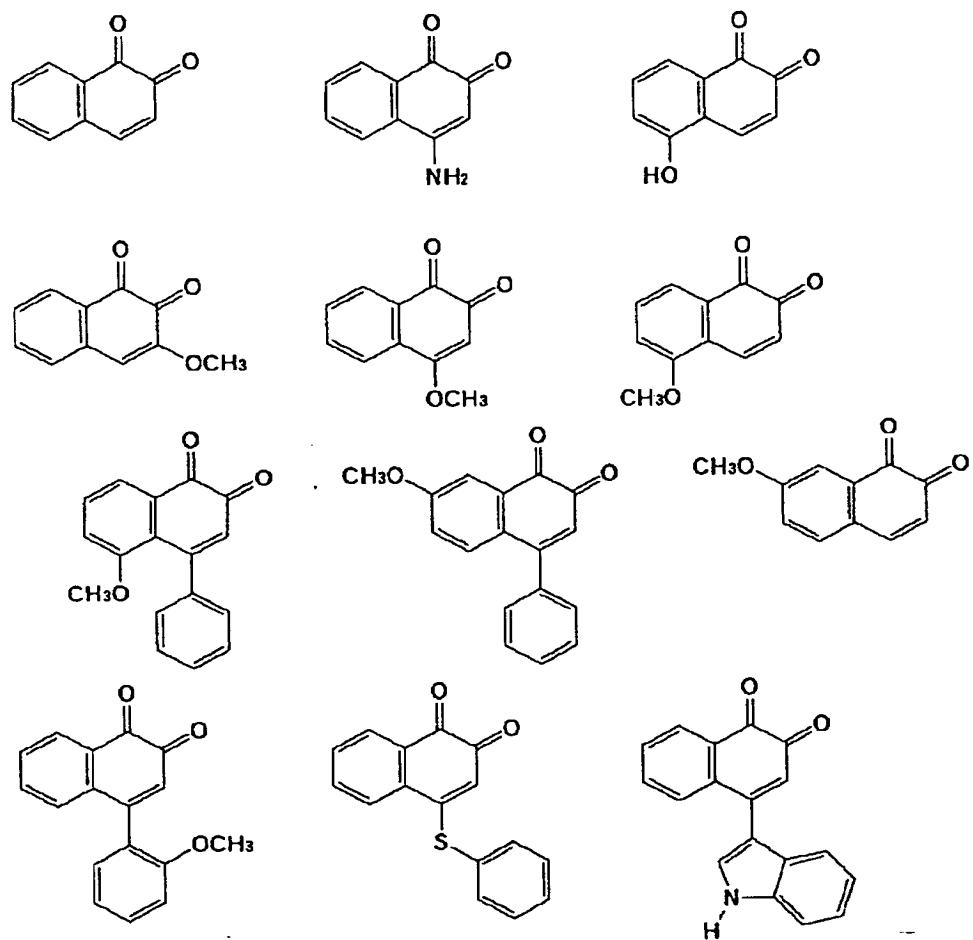
【図 67】



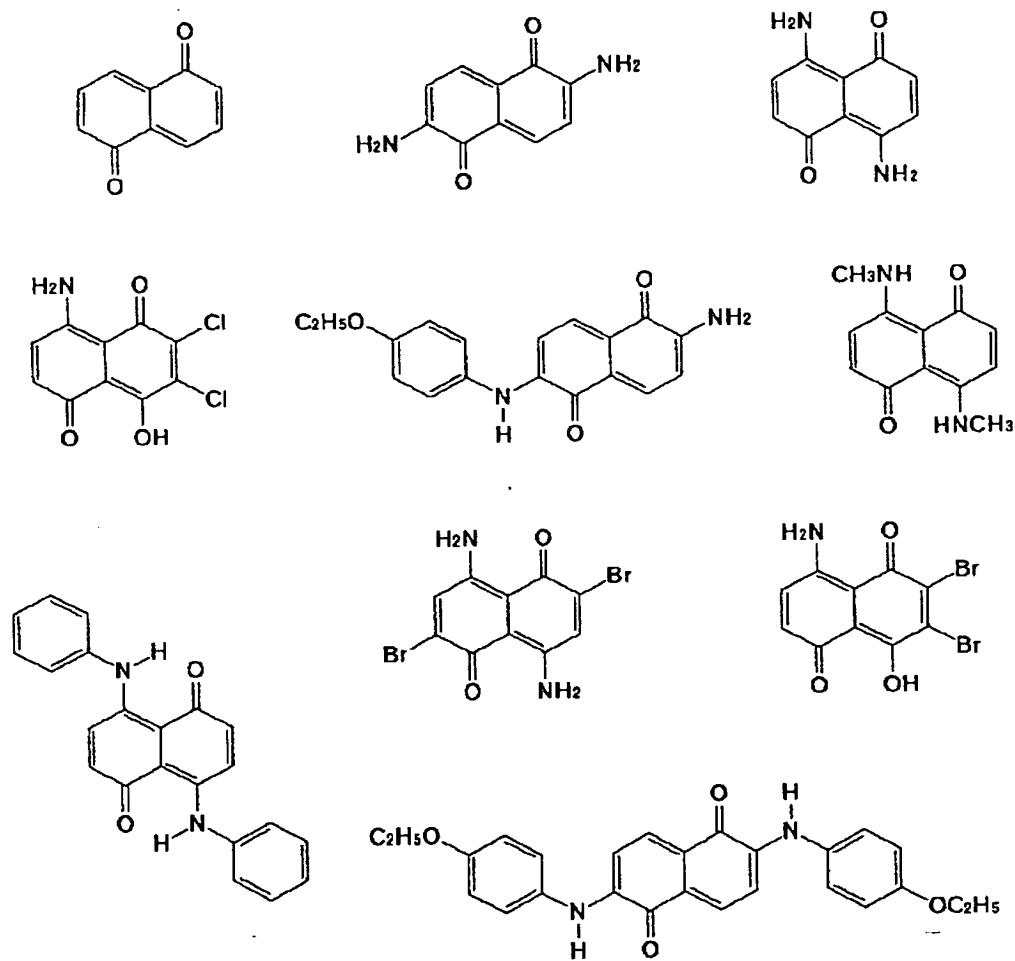
【図 25】



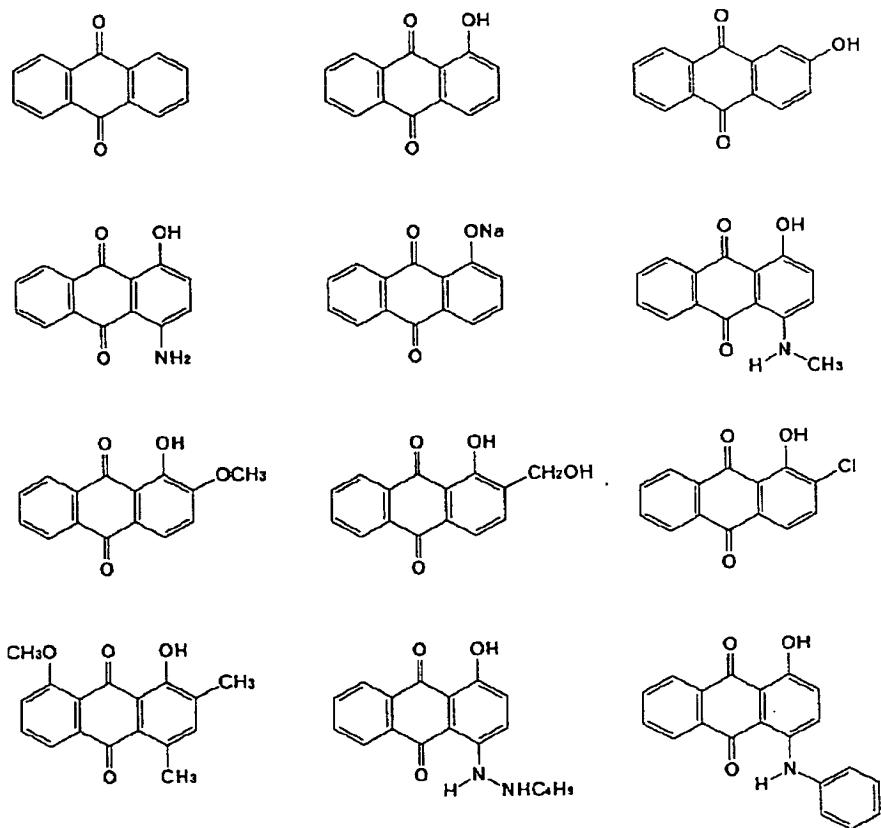
【図16】



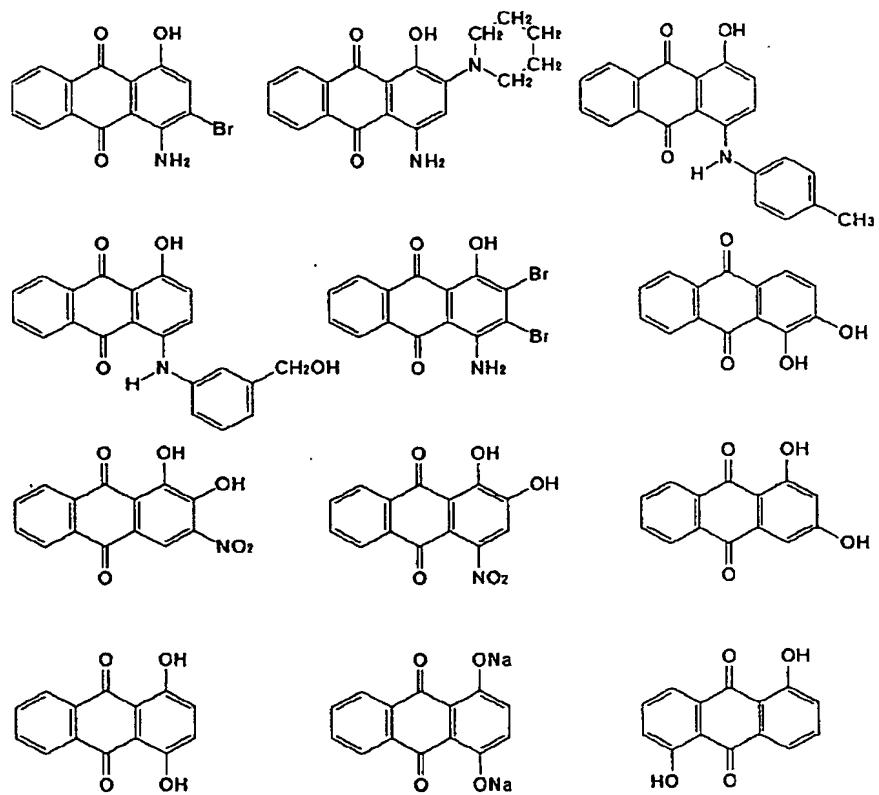
【図17】



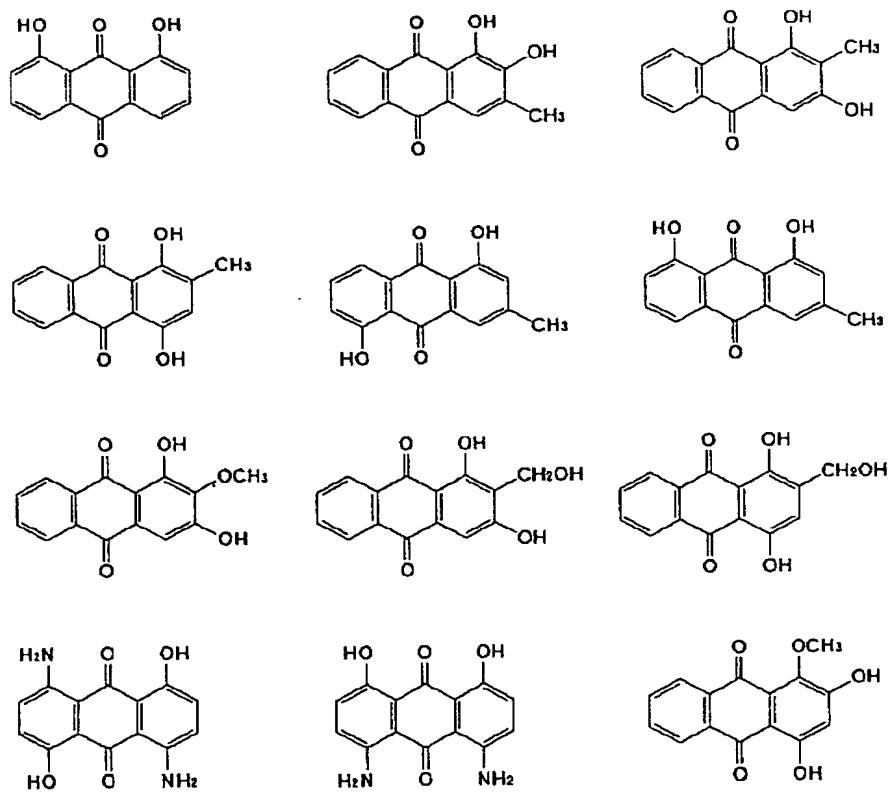
【図19】



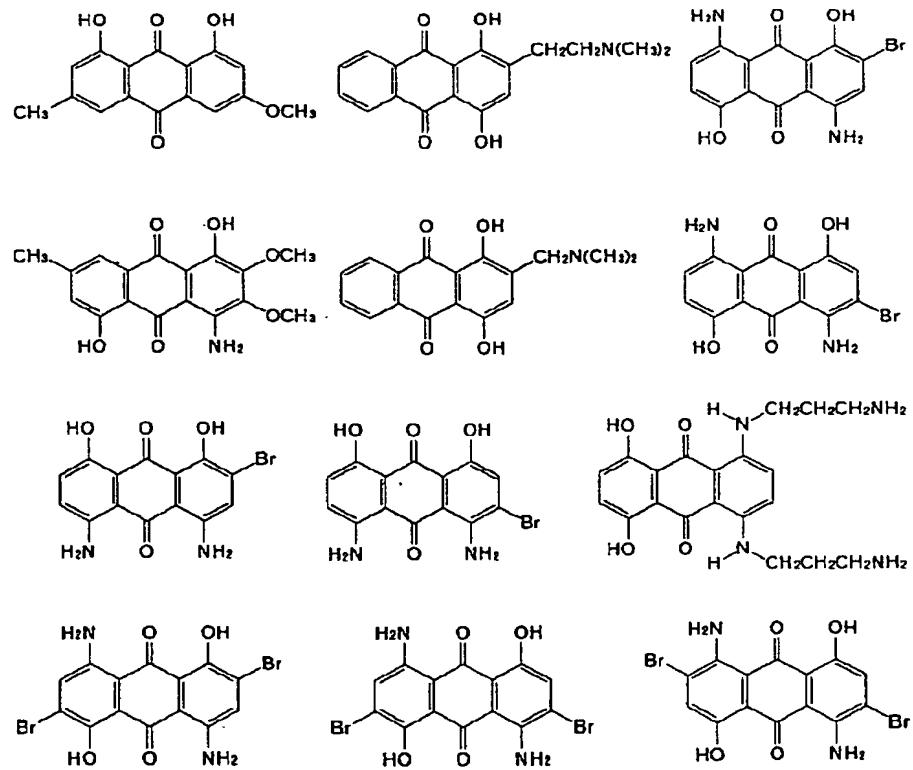
【図20】



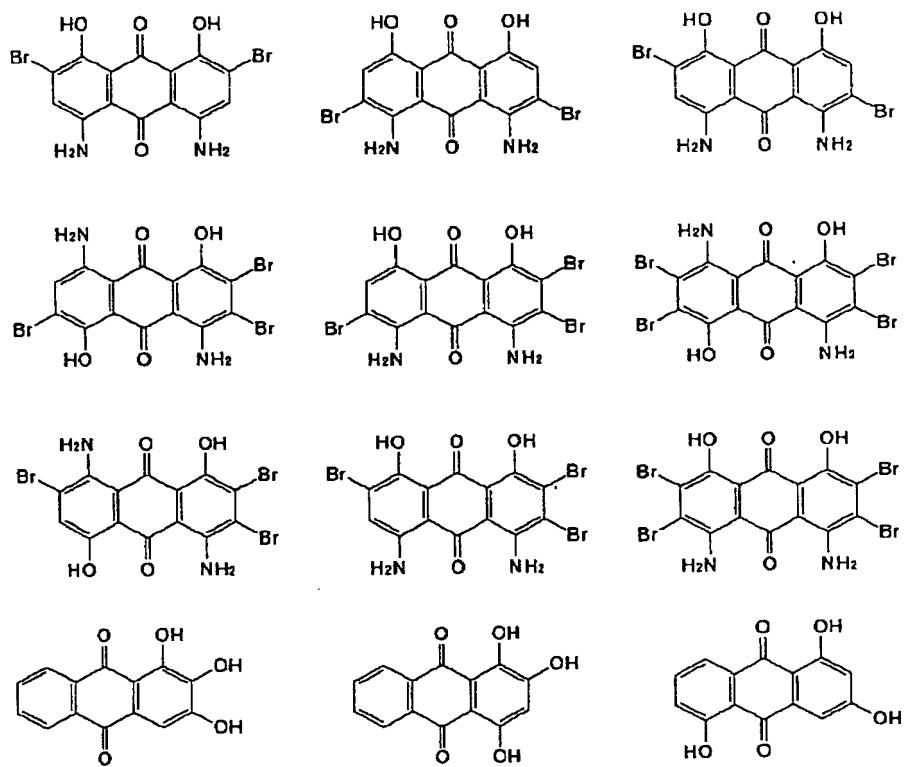
【図 21】



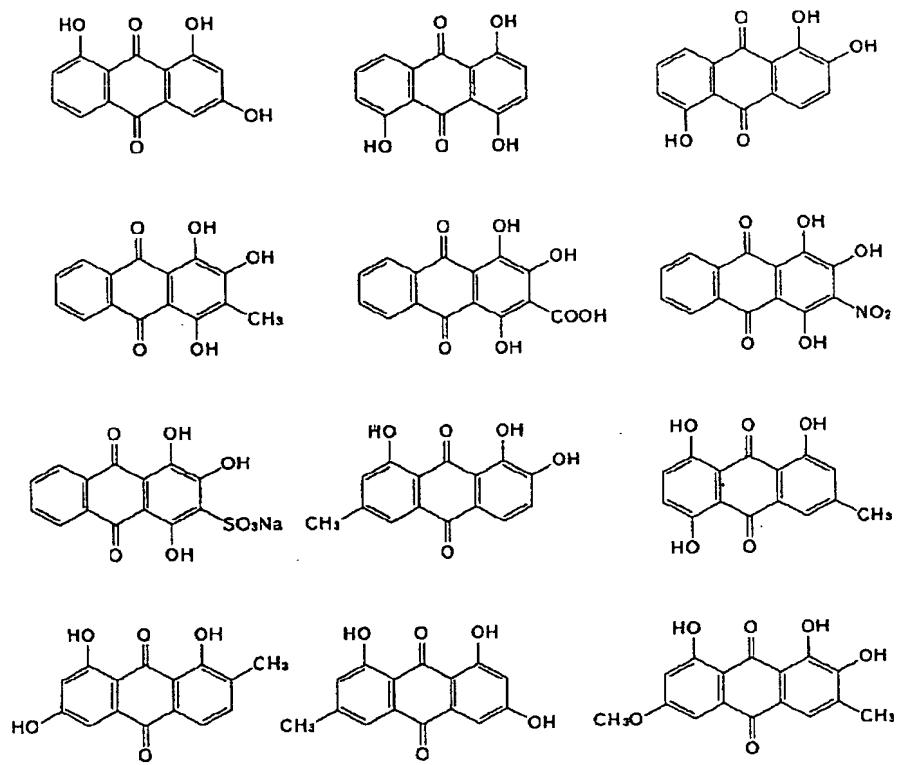
【図 22】



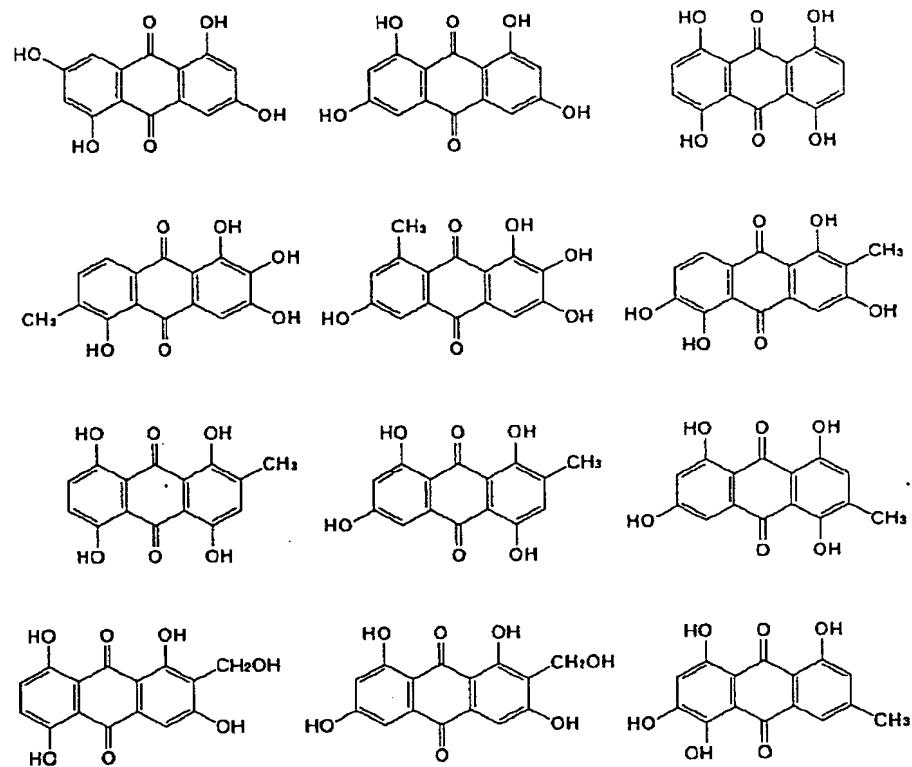
【図23】



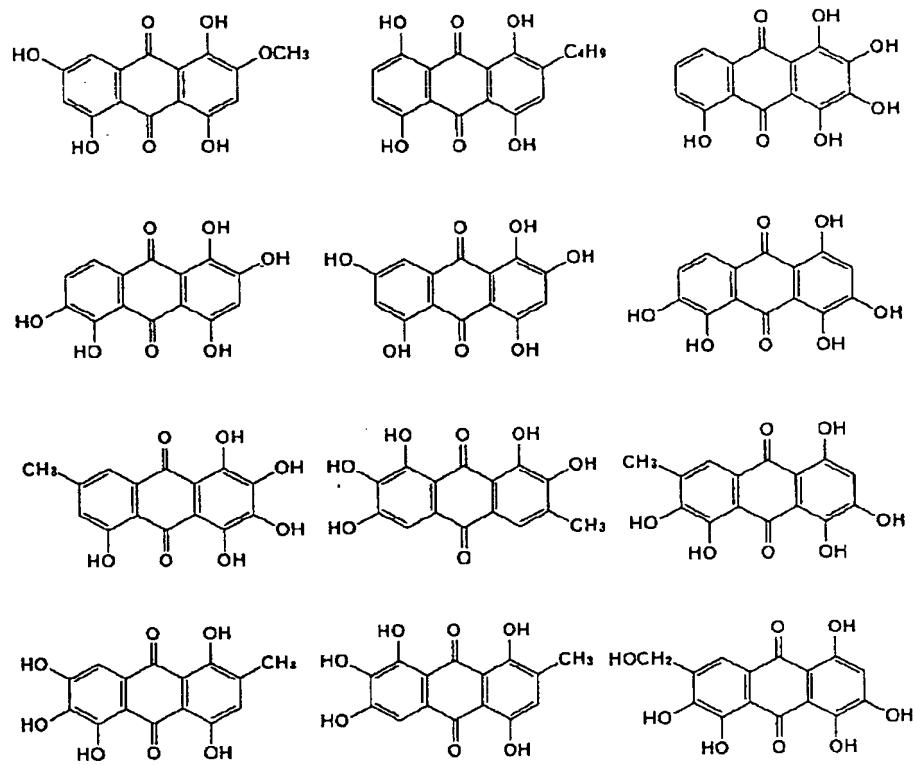
【図24】



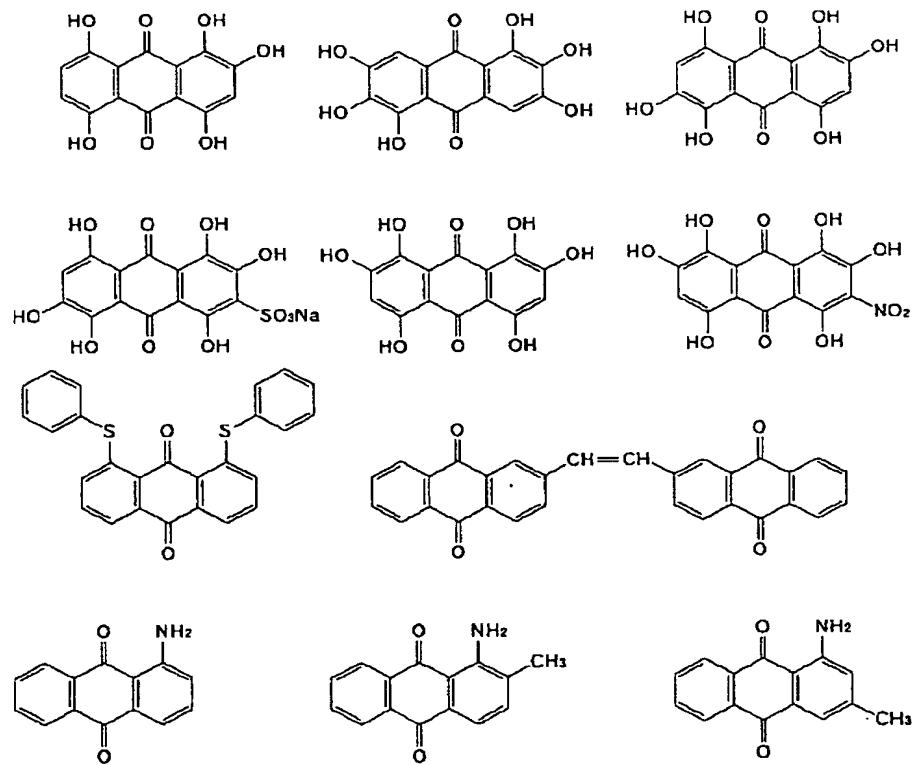
【図26】



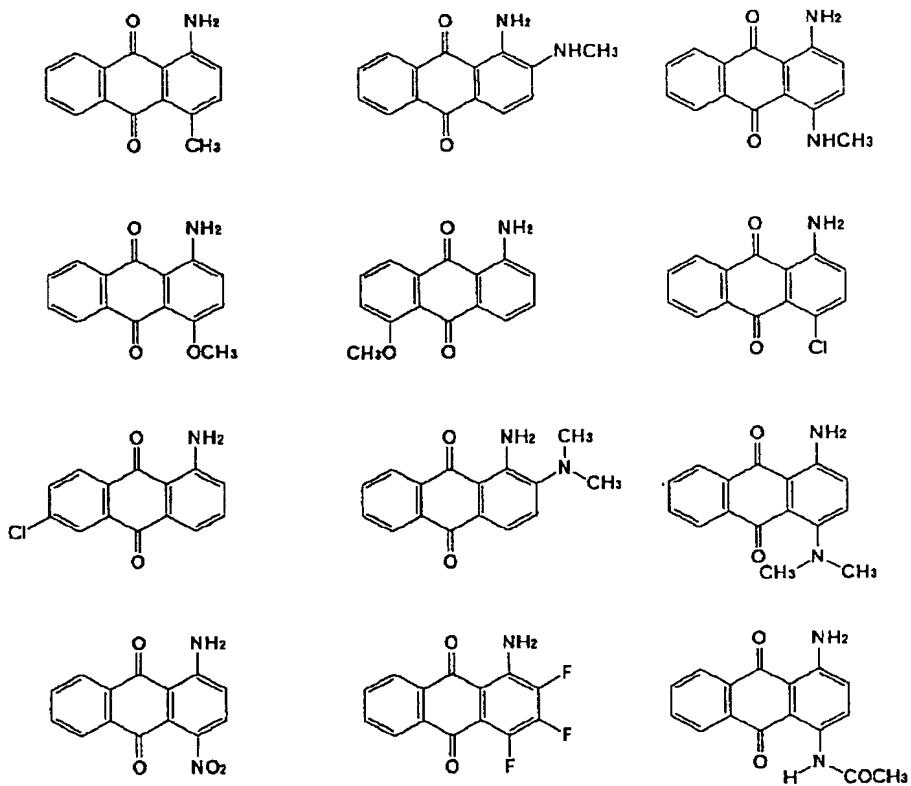
【図27】



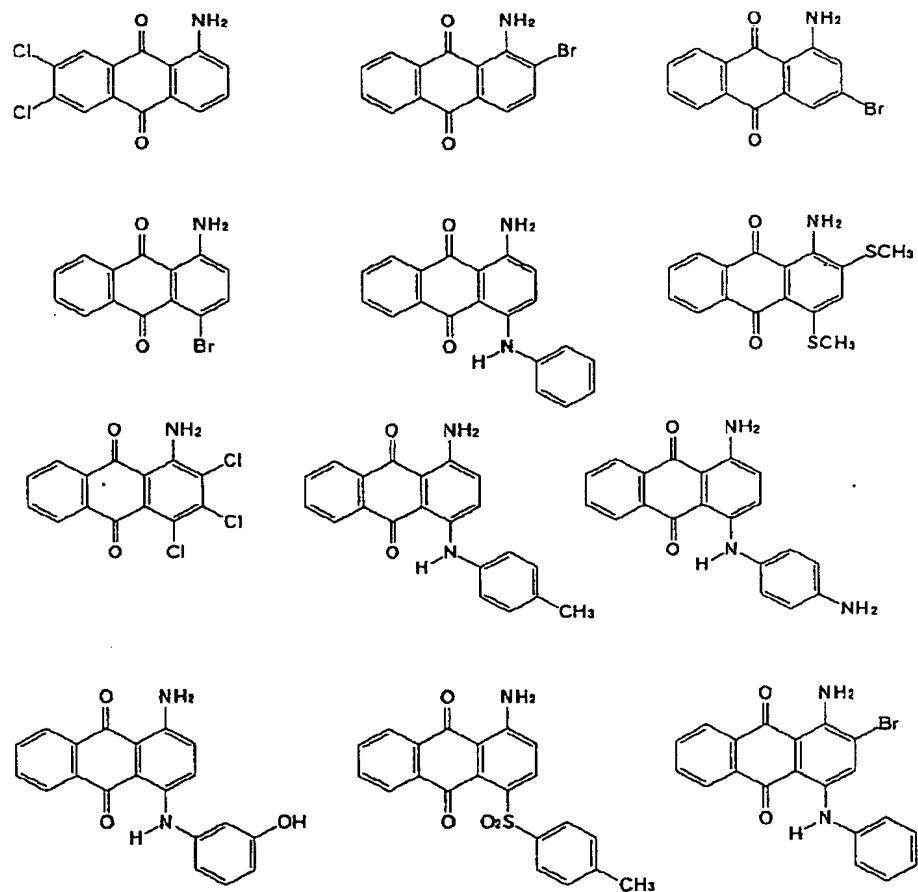
【図28】



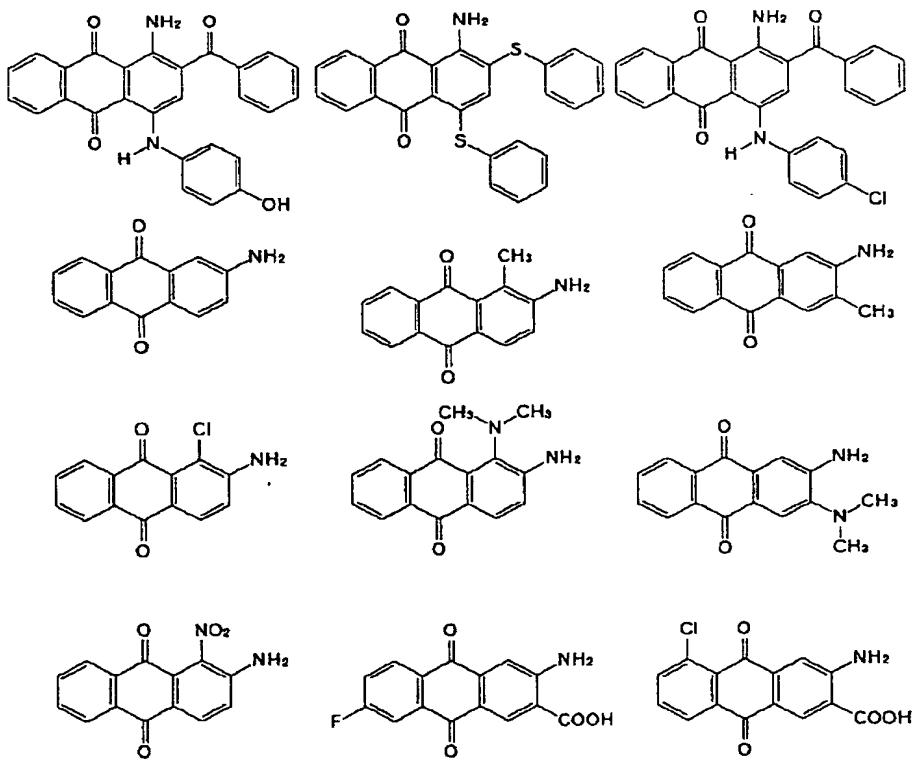
【図 29】



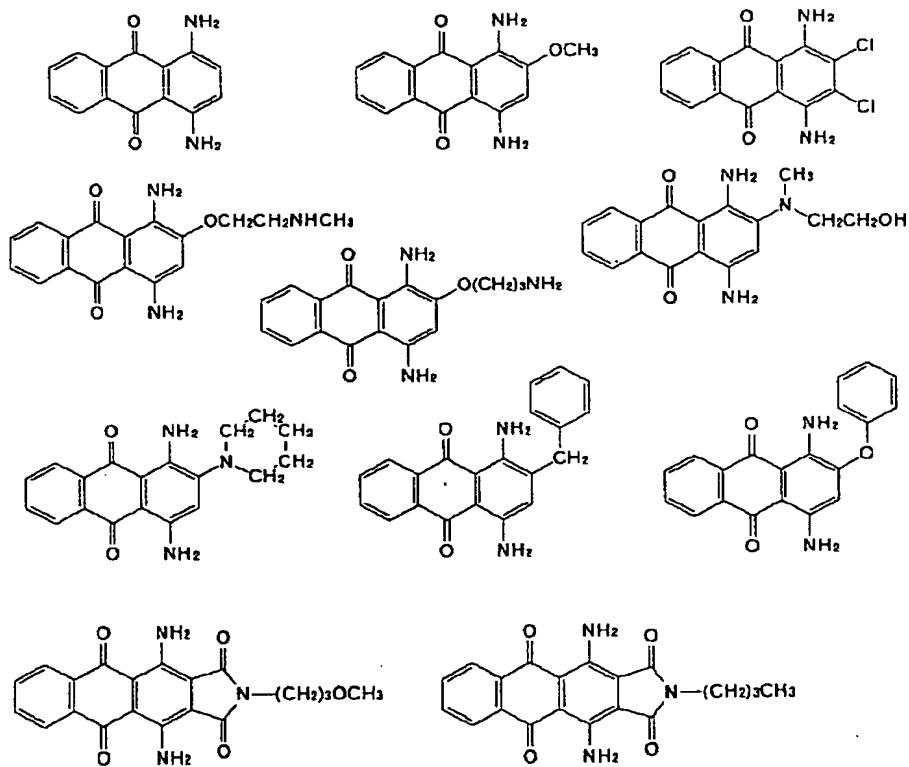
【図30】



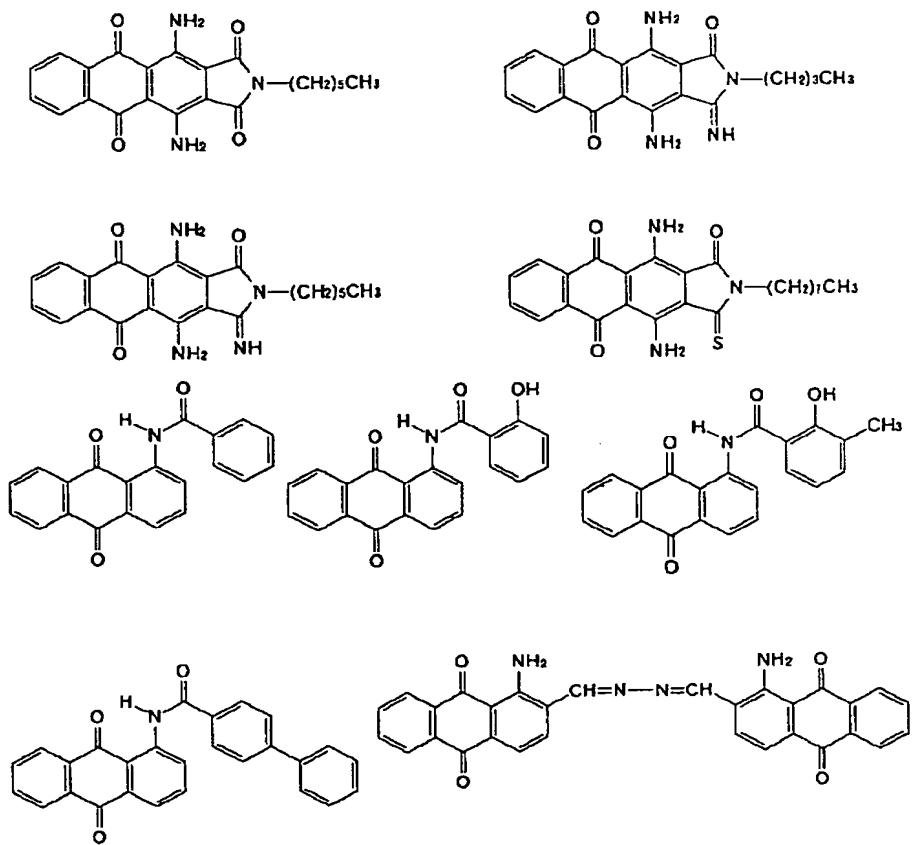
【図31】



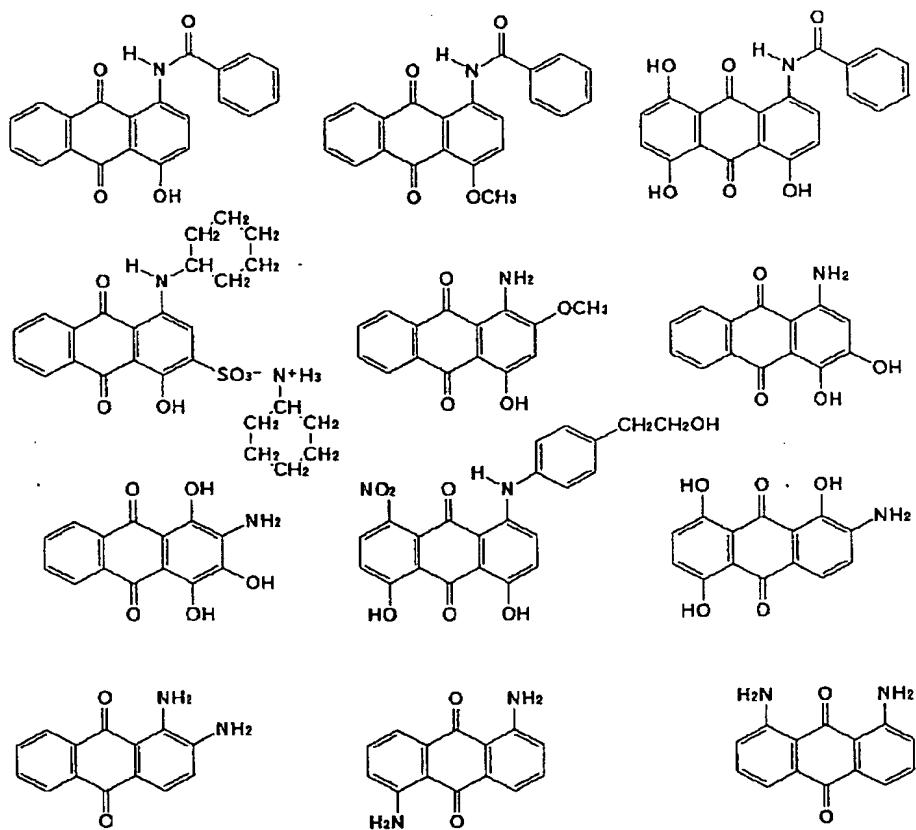
【図32】



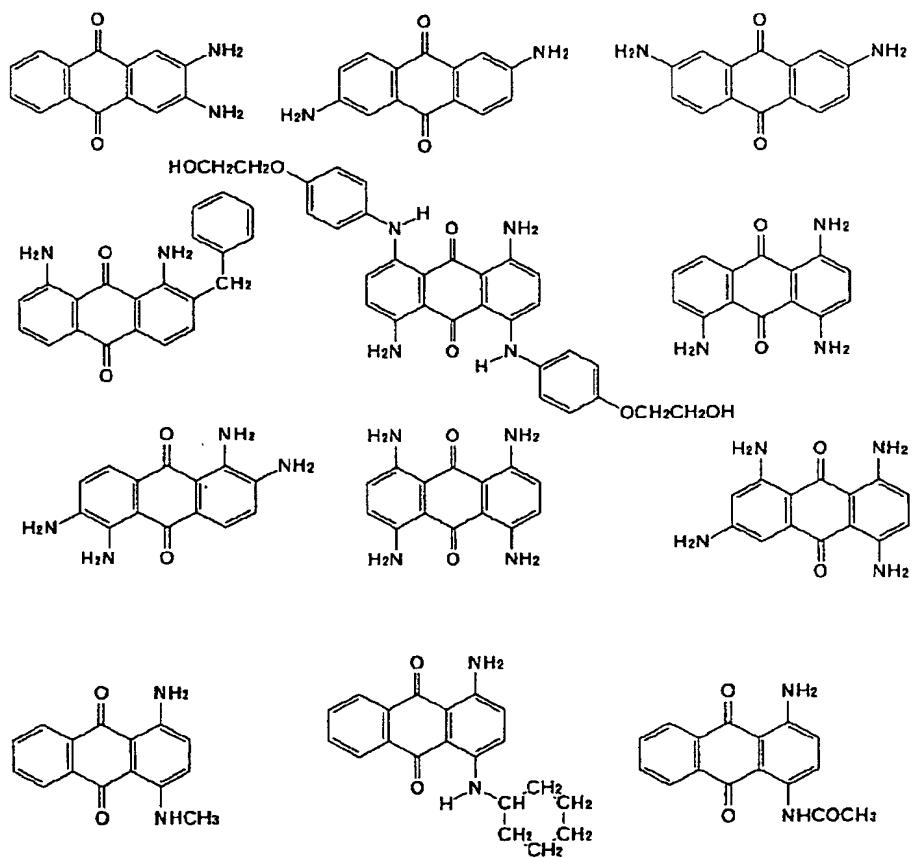
【図 33】



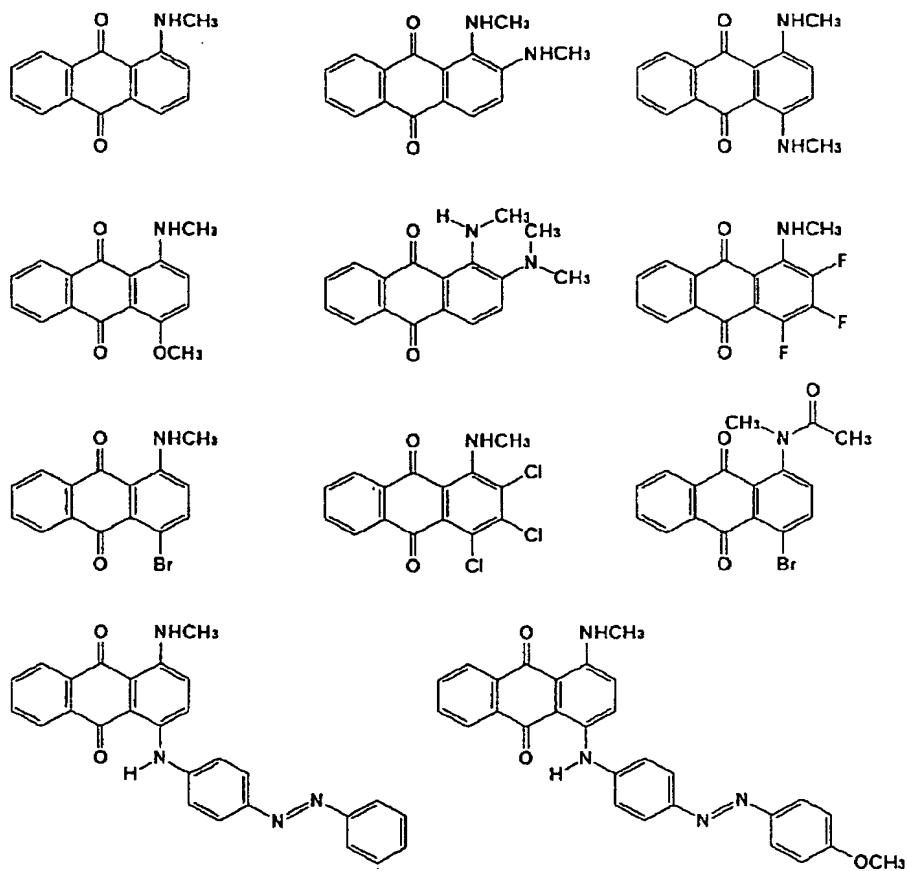
【図34】



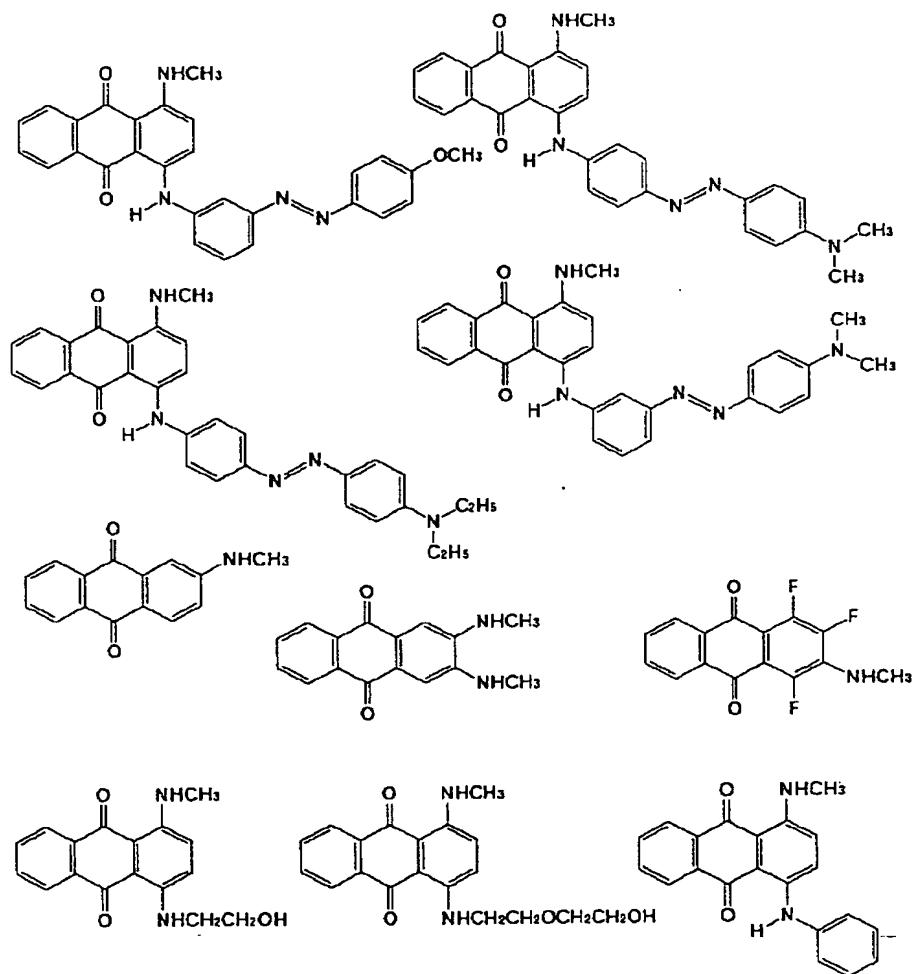
【図35】



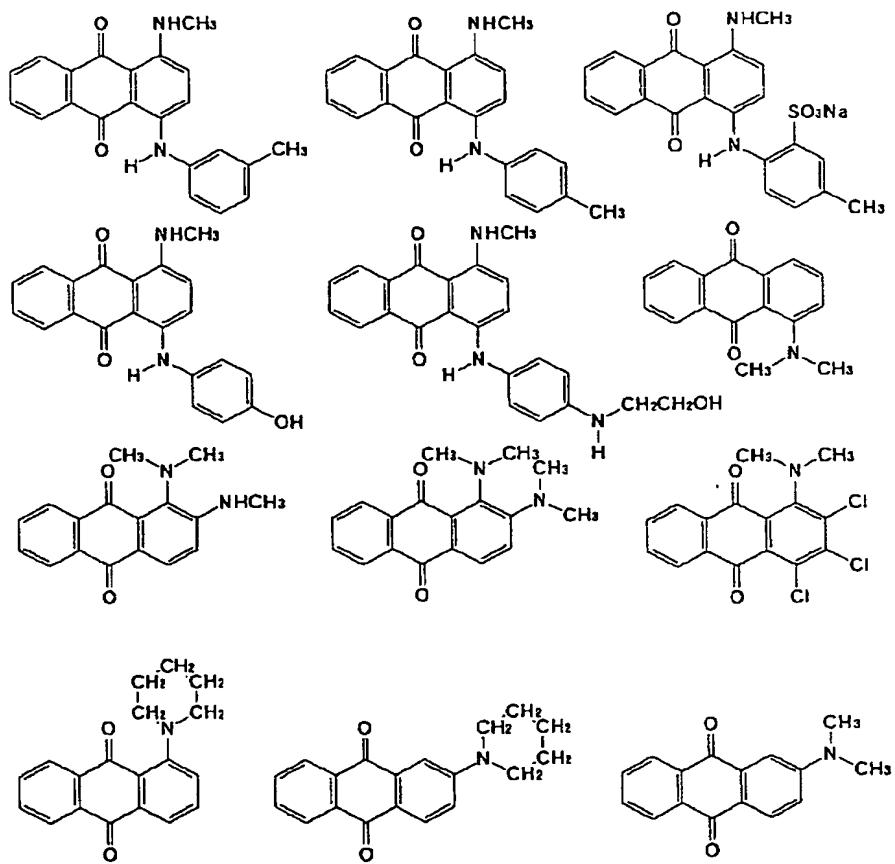
【図36】



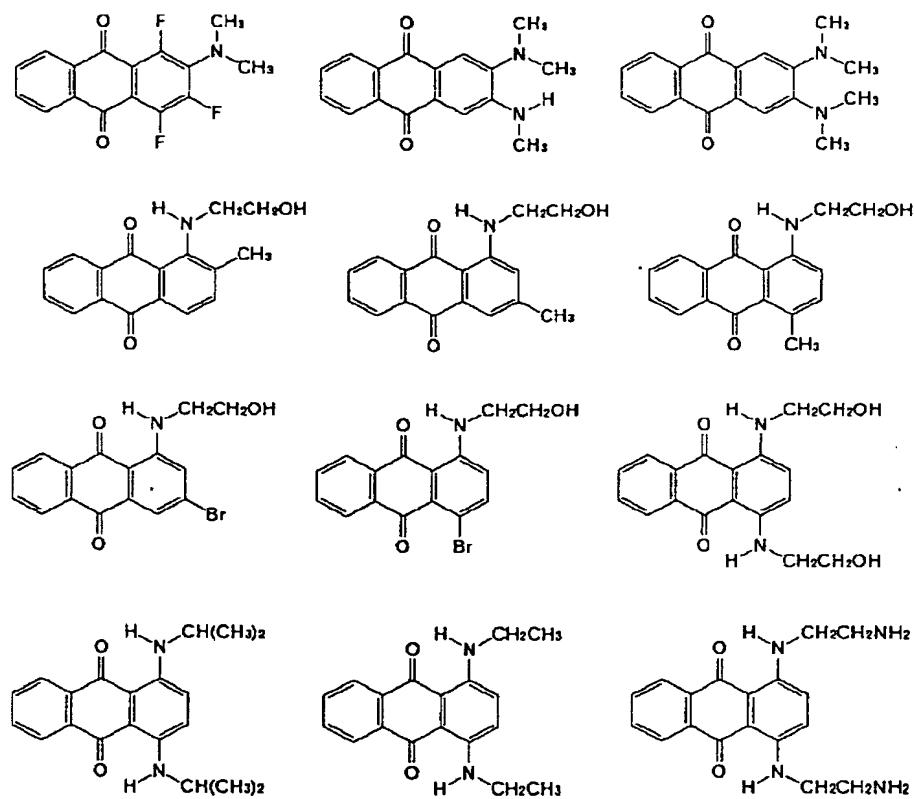
【図37】



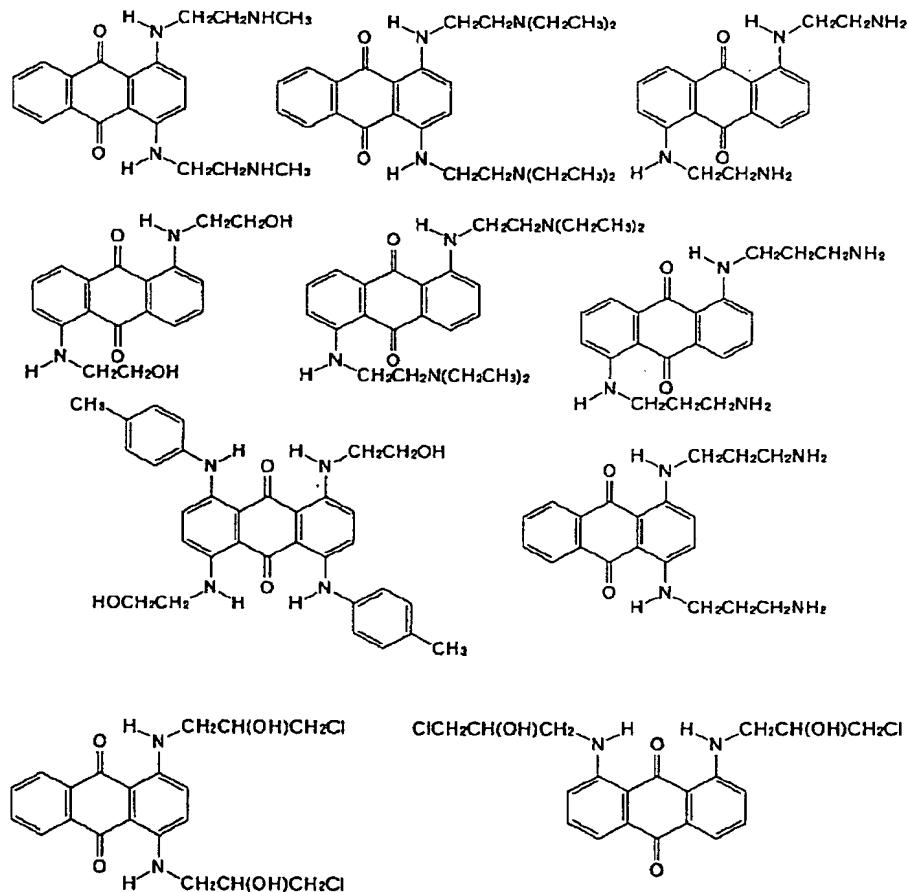
【図38】



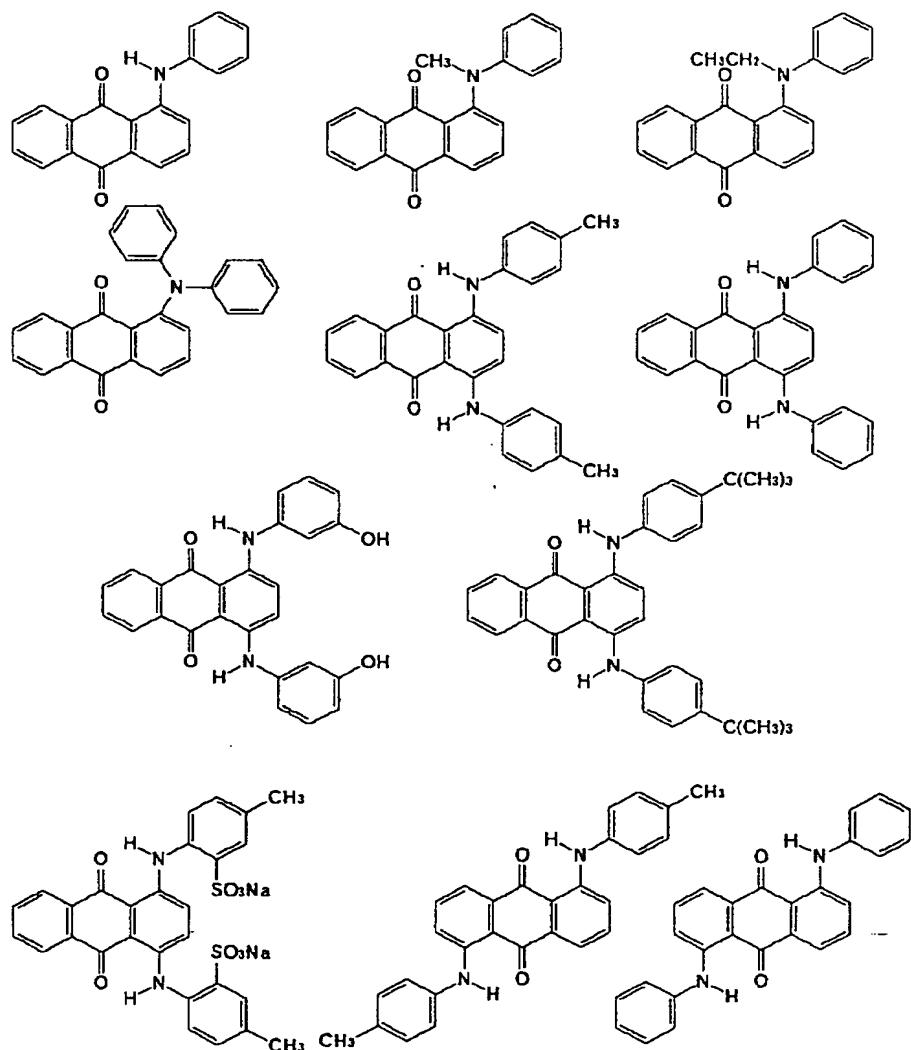
【図39】



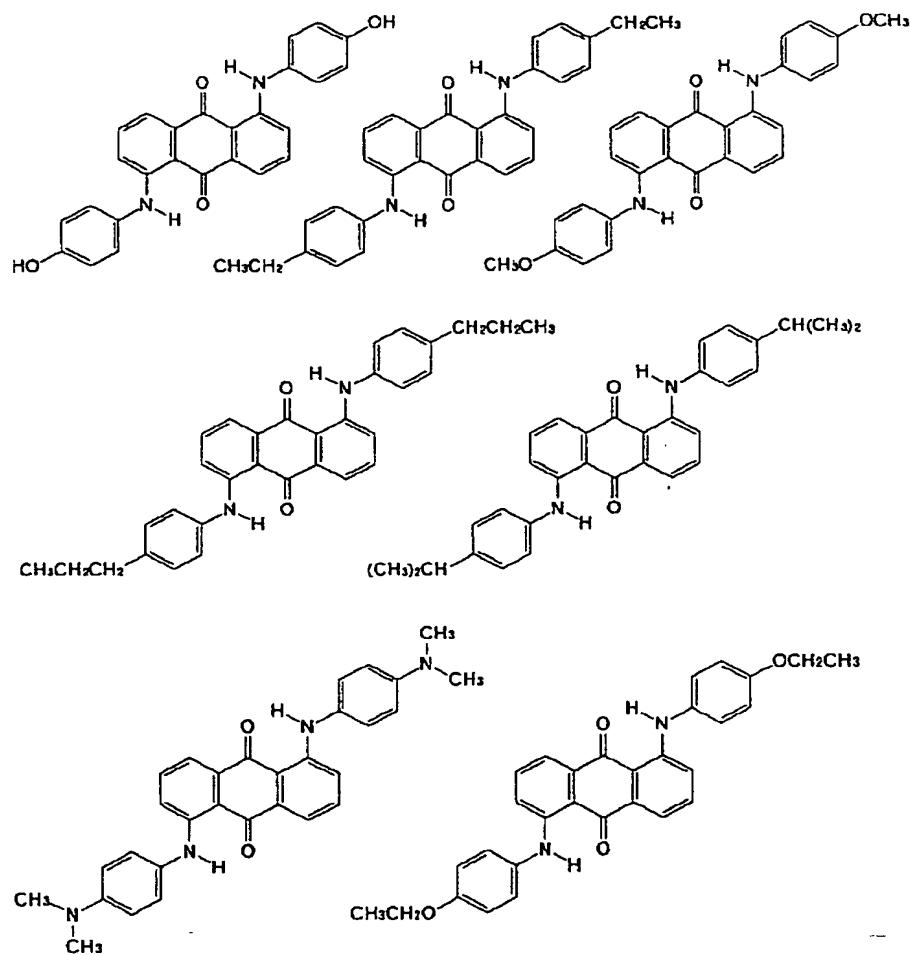
【図40】



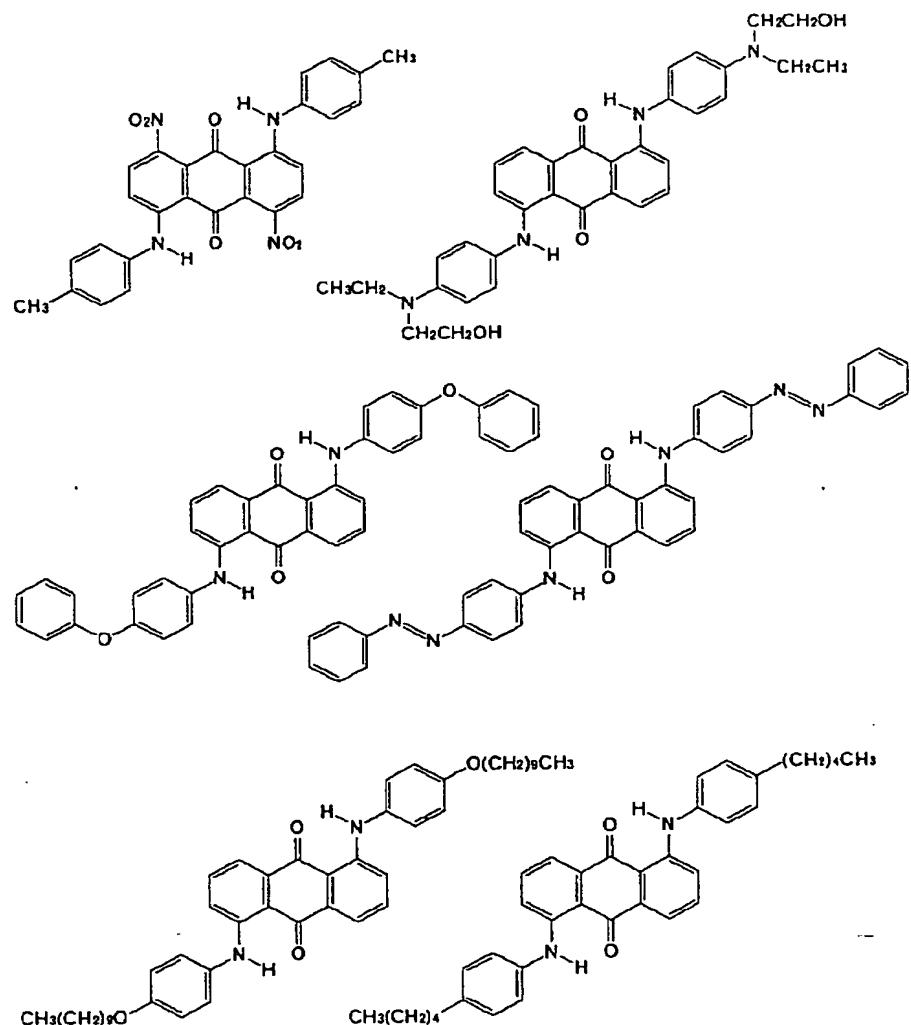
【図 4 1】



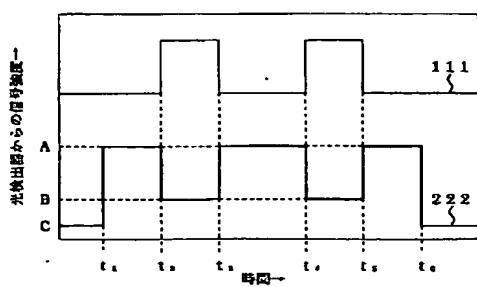
【図42】



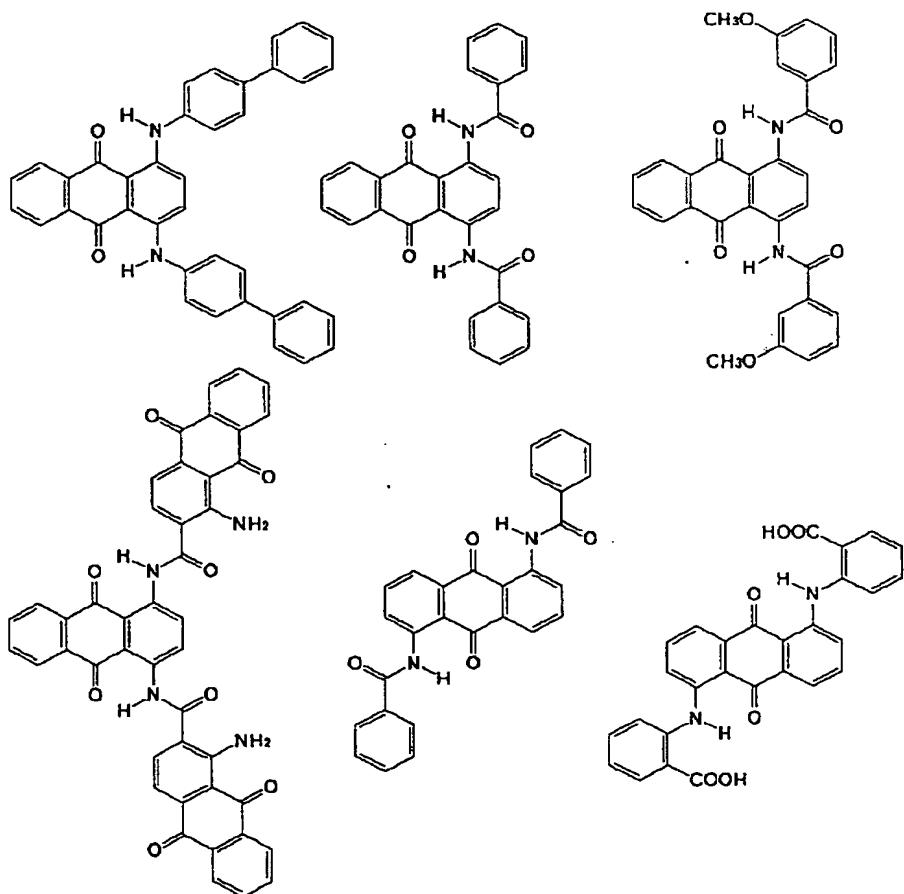
【図 4 3】



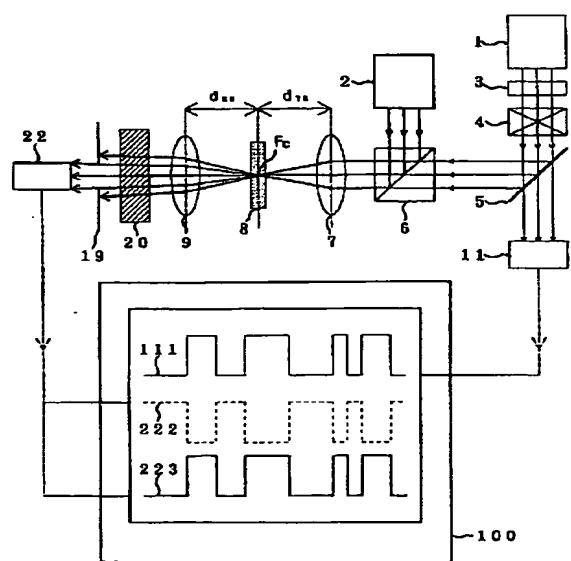
【図 6 2】



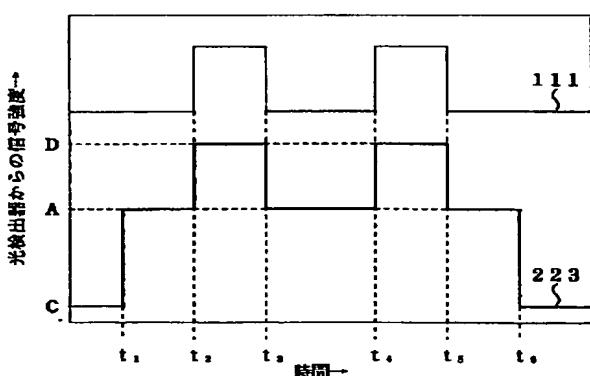
【図 4 4】



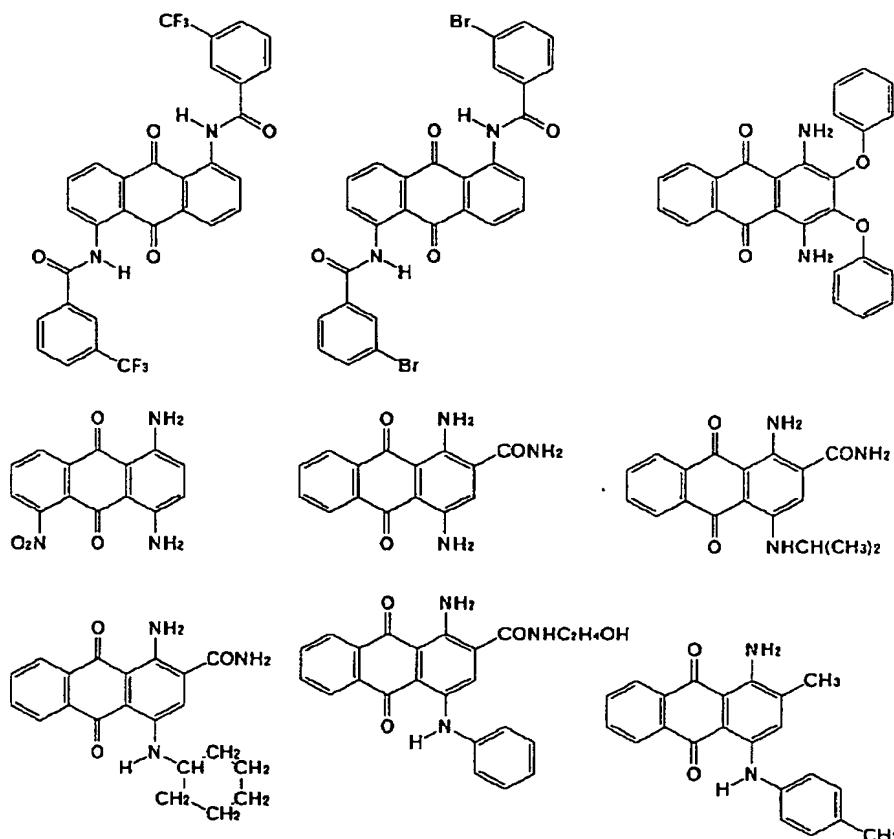
【図 6 1】



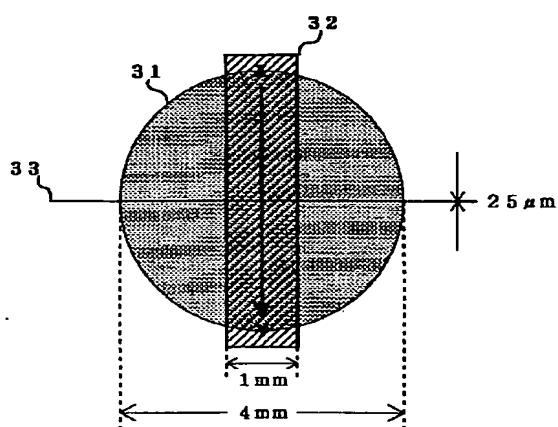
【図 6 3】



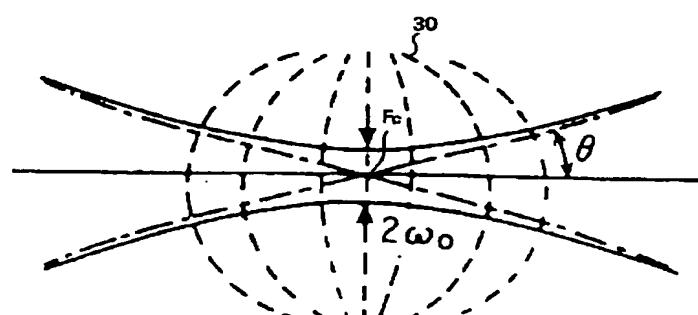
【図 45】



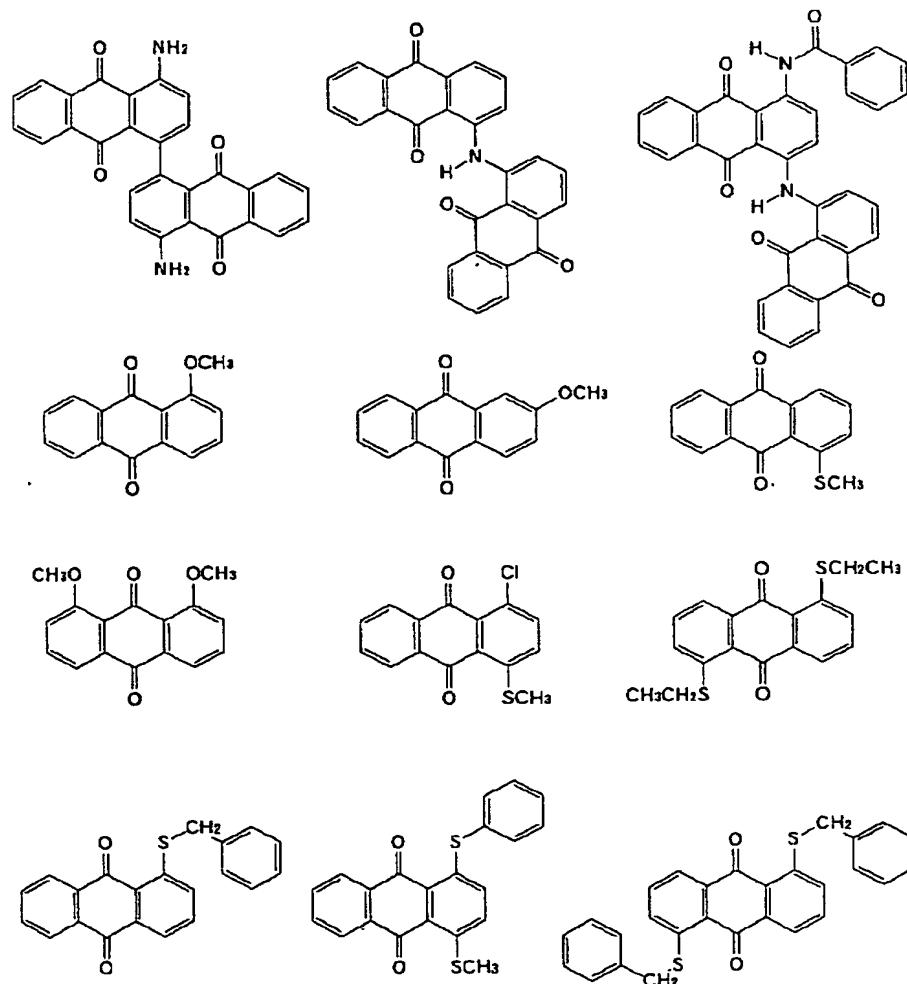
【図 64】



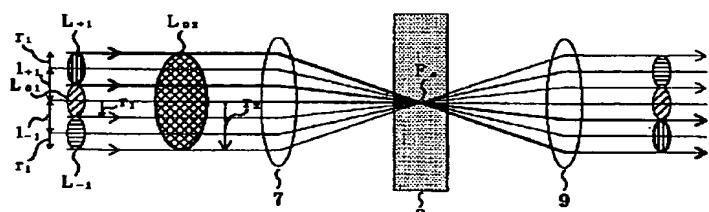
【図 68】



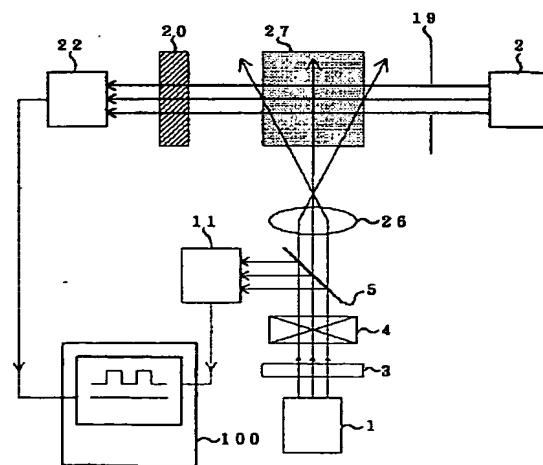
【图46】



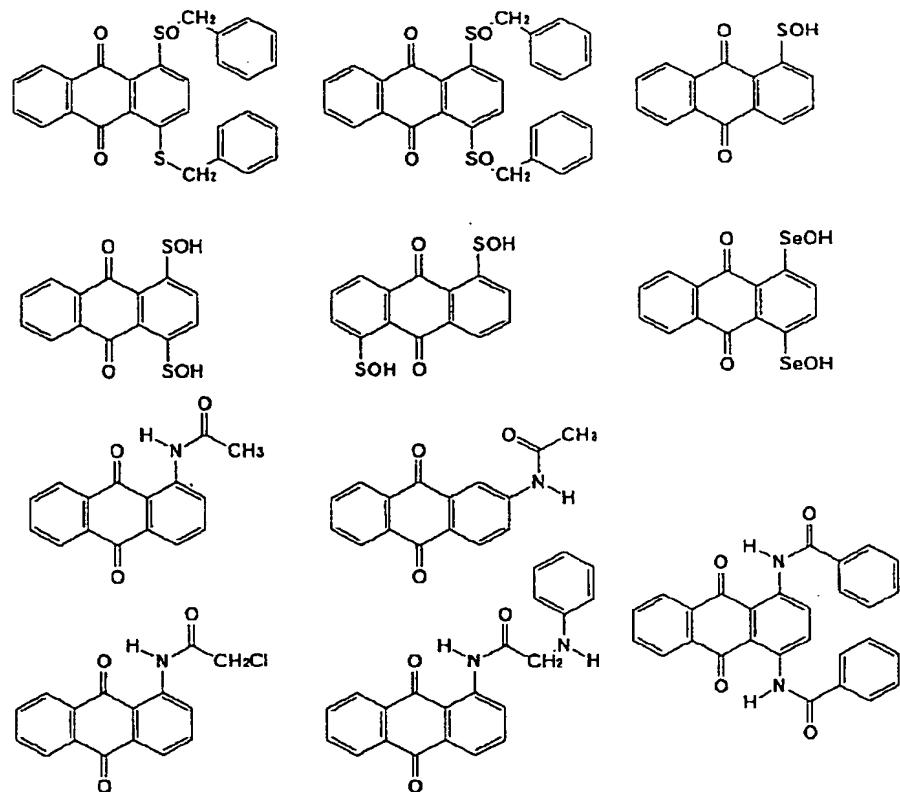
【图 69】



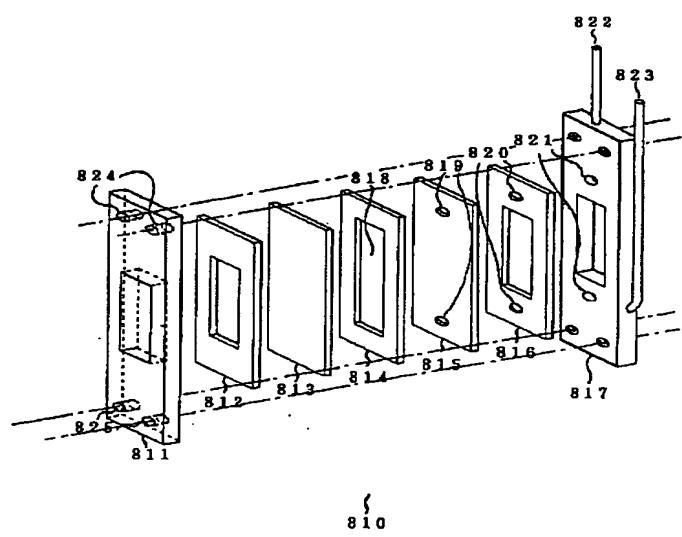
【図73】



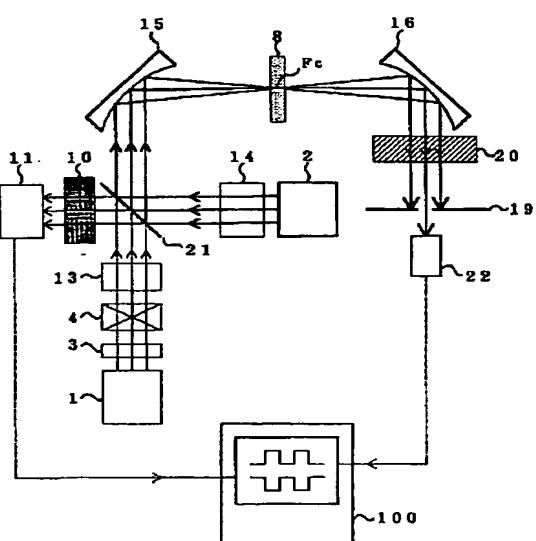
【図47】



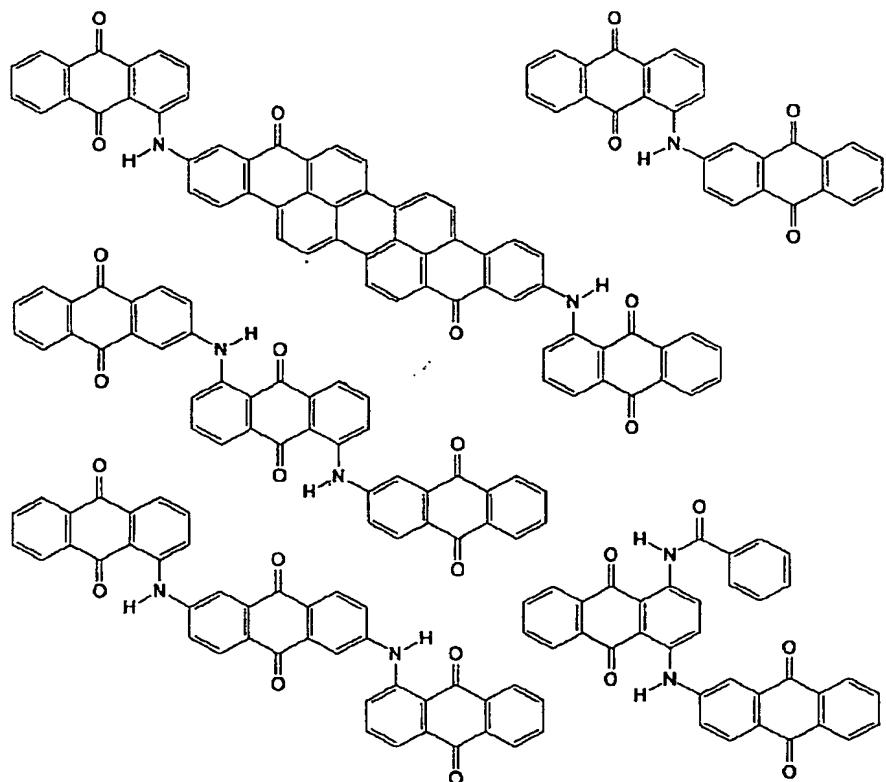
【図71】



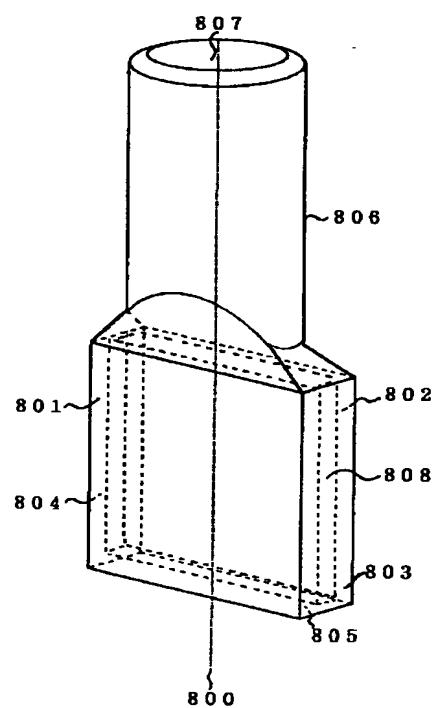
【図74】



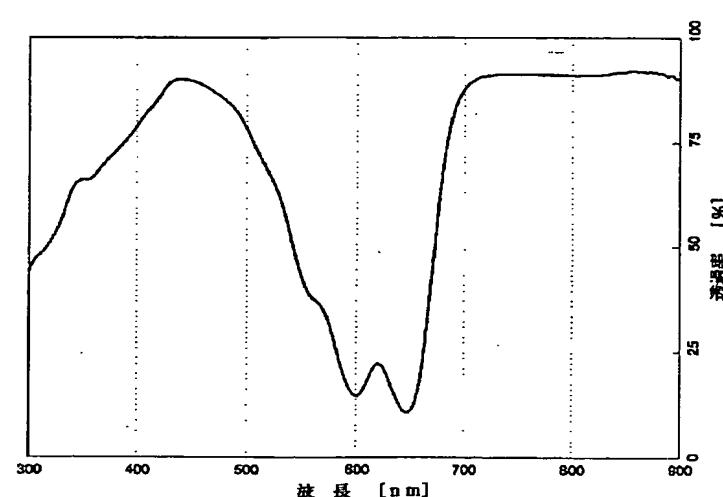
【図 48】



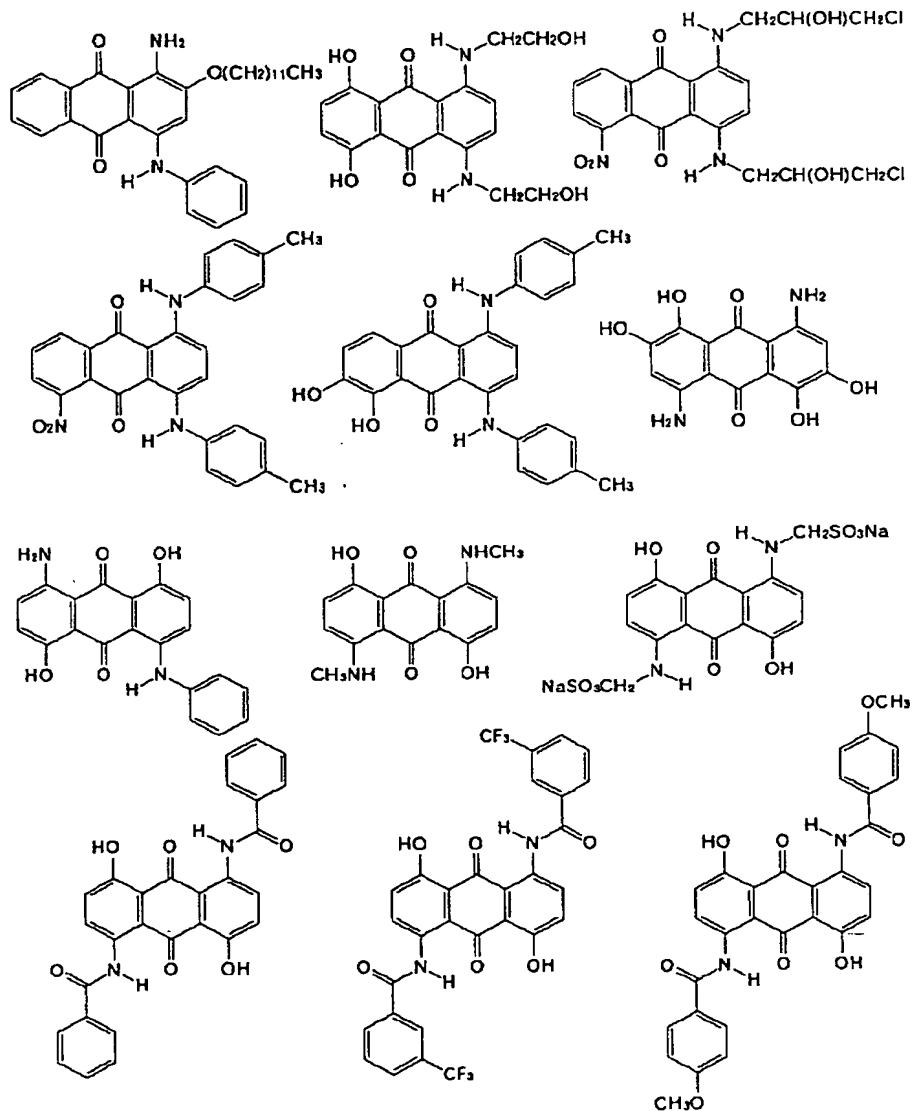
【図 70】



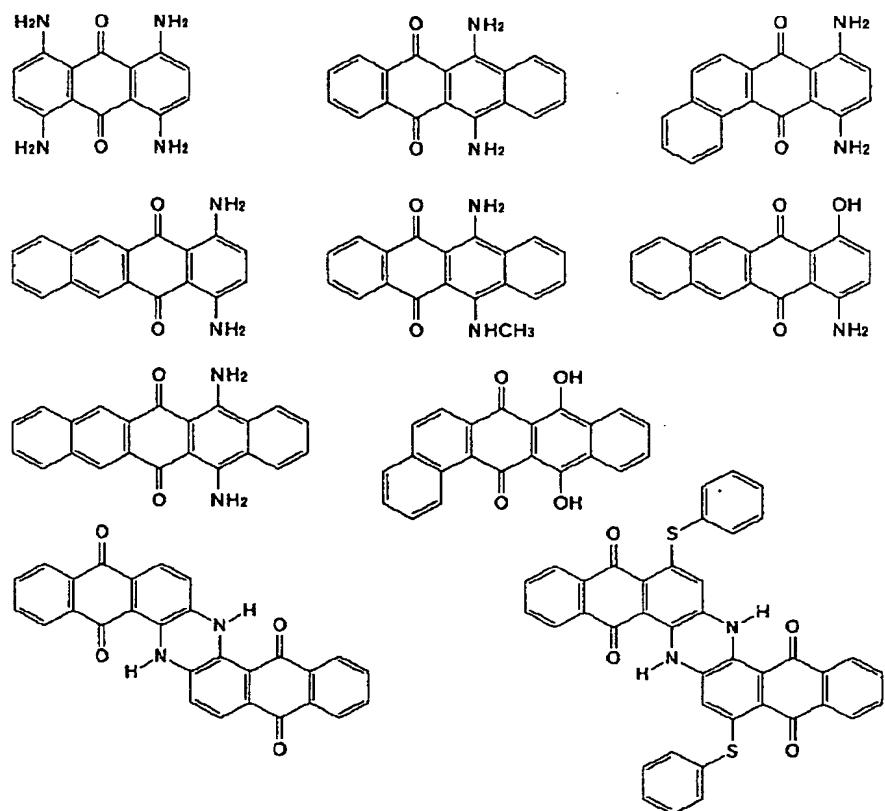
【図 72】



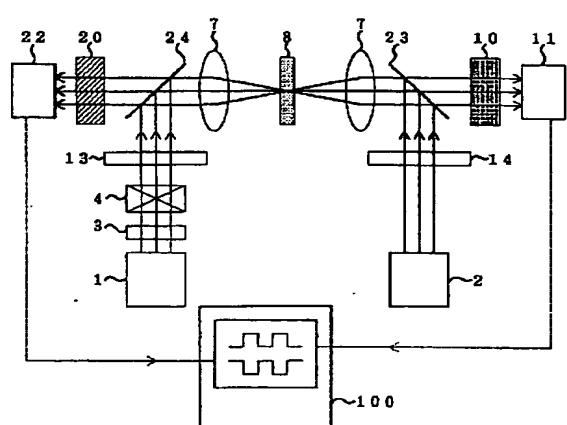
【図49】



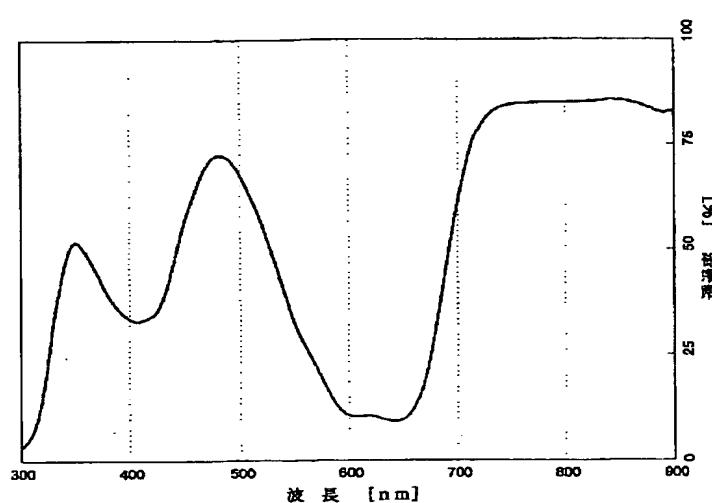
【図 50】



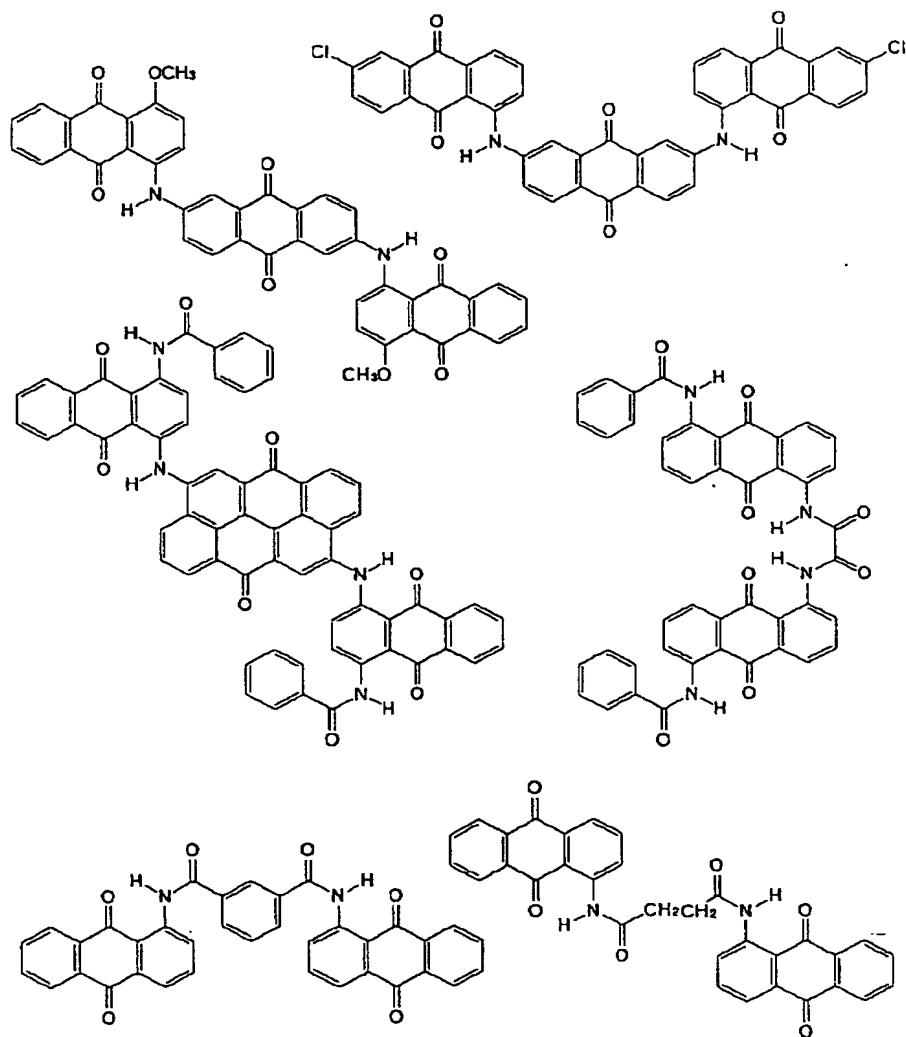
【図 75】



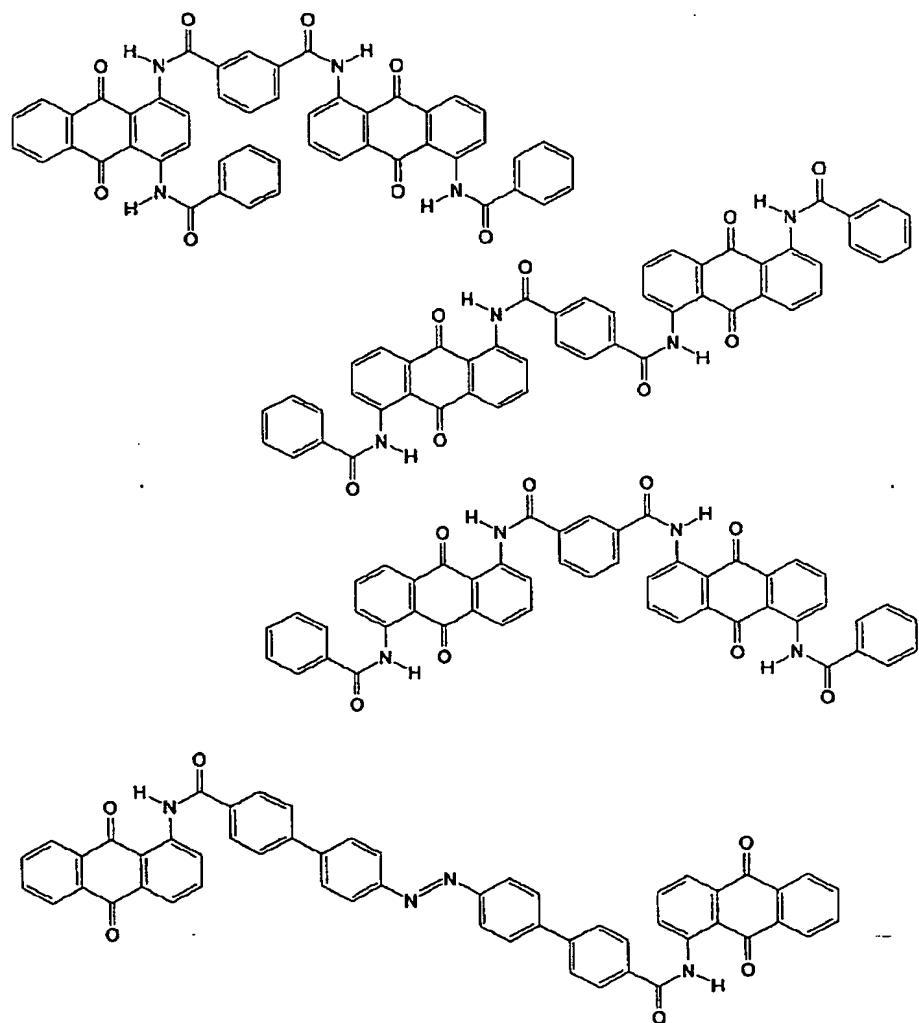
【図 76】



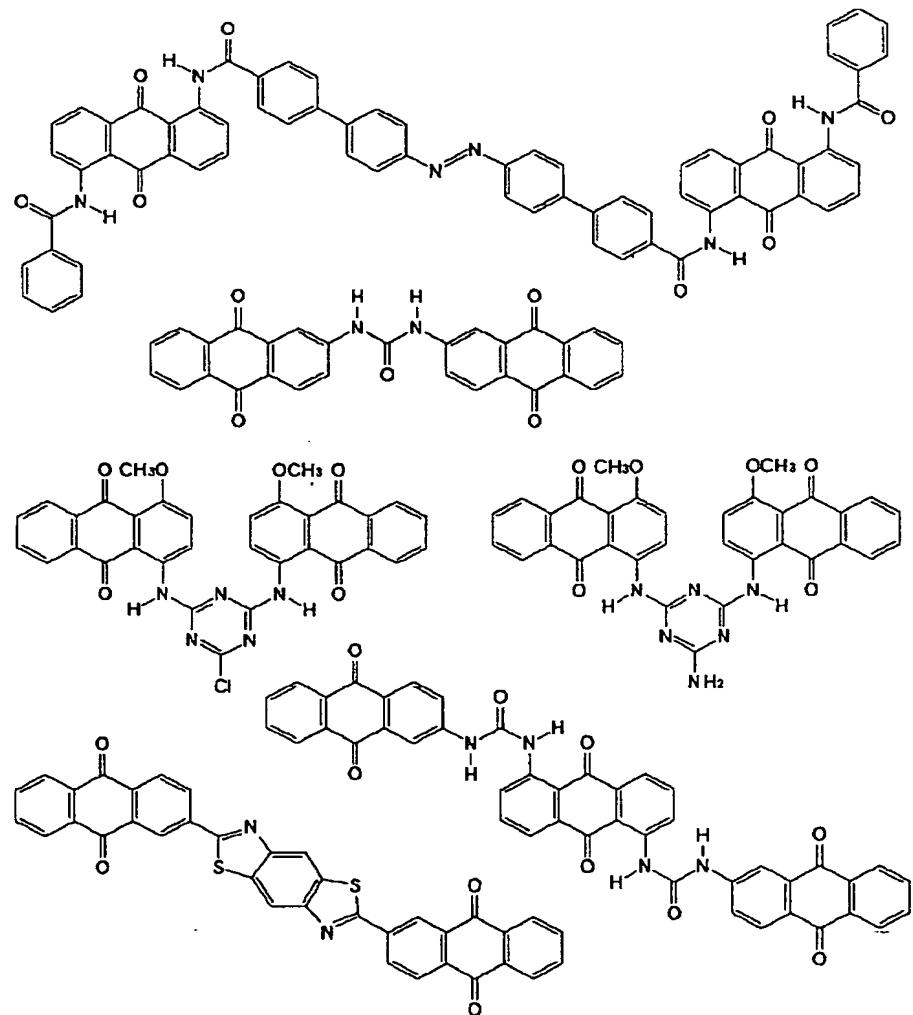
【図 51】



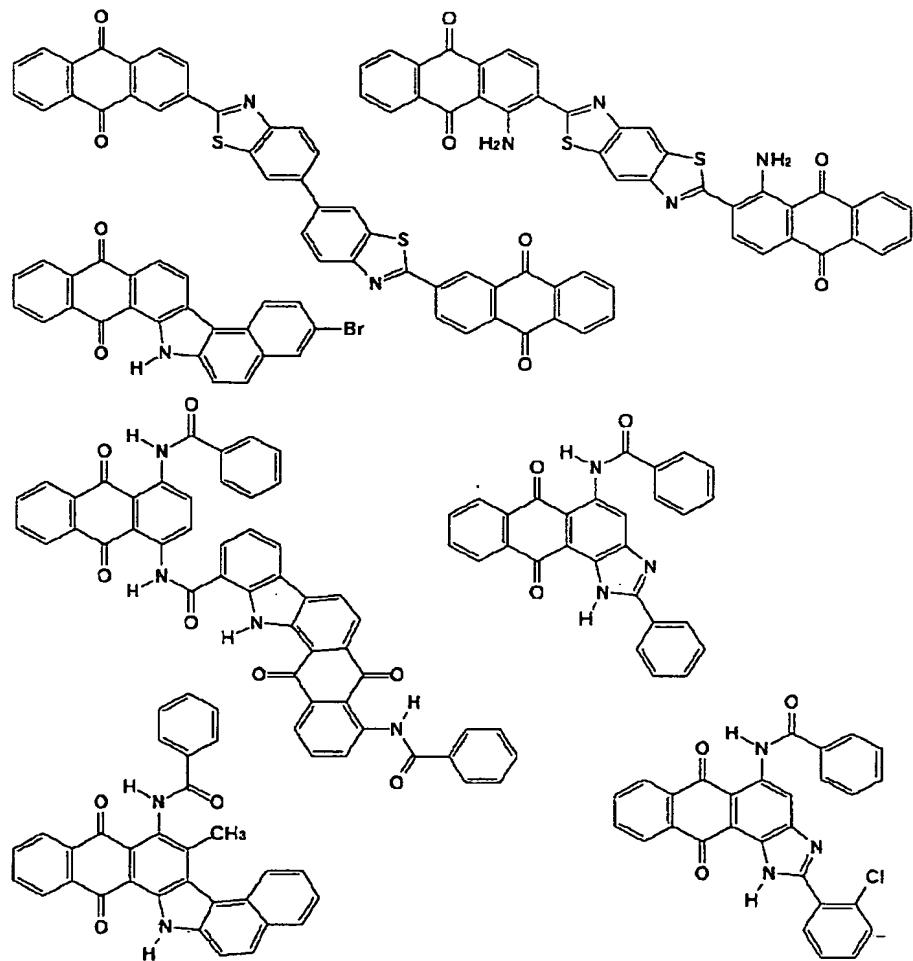
【図52】



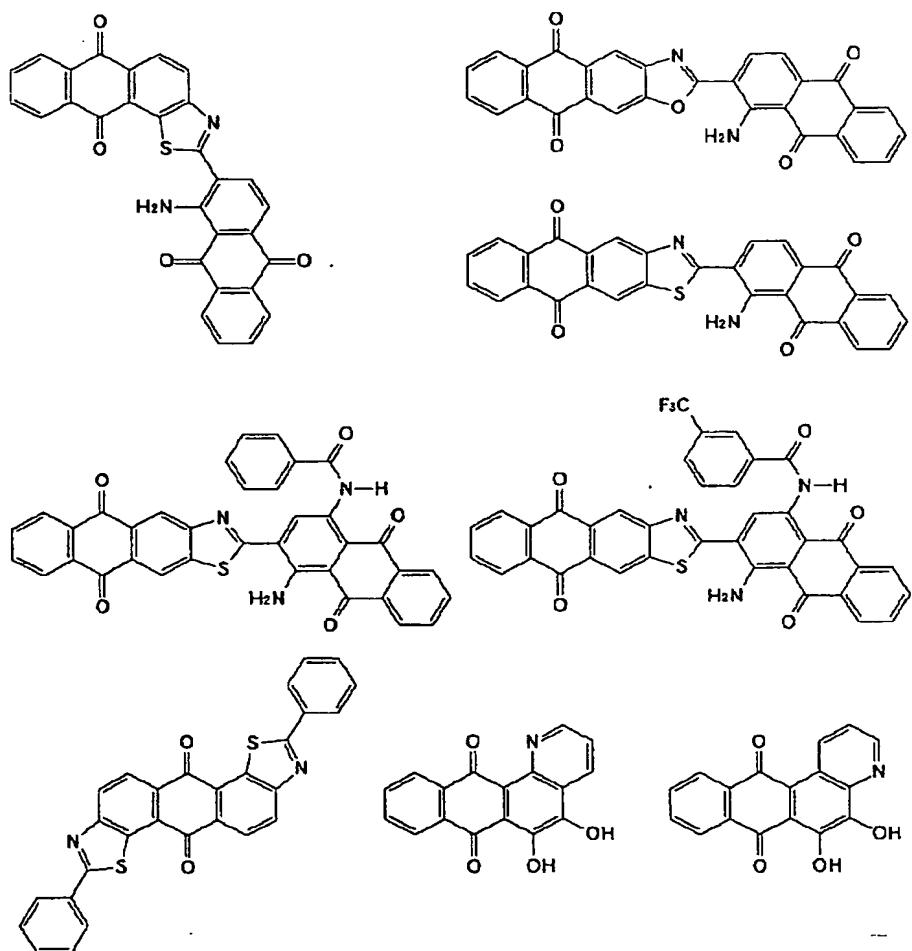
【図 53】



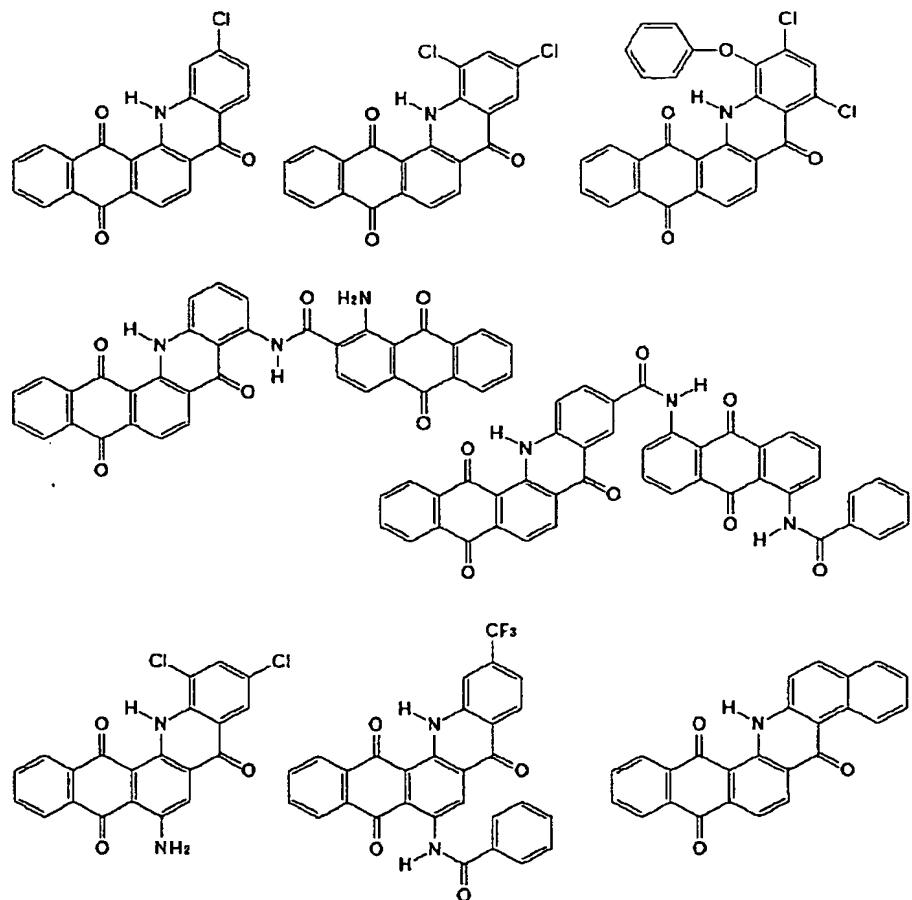
【図54】



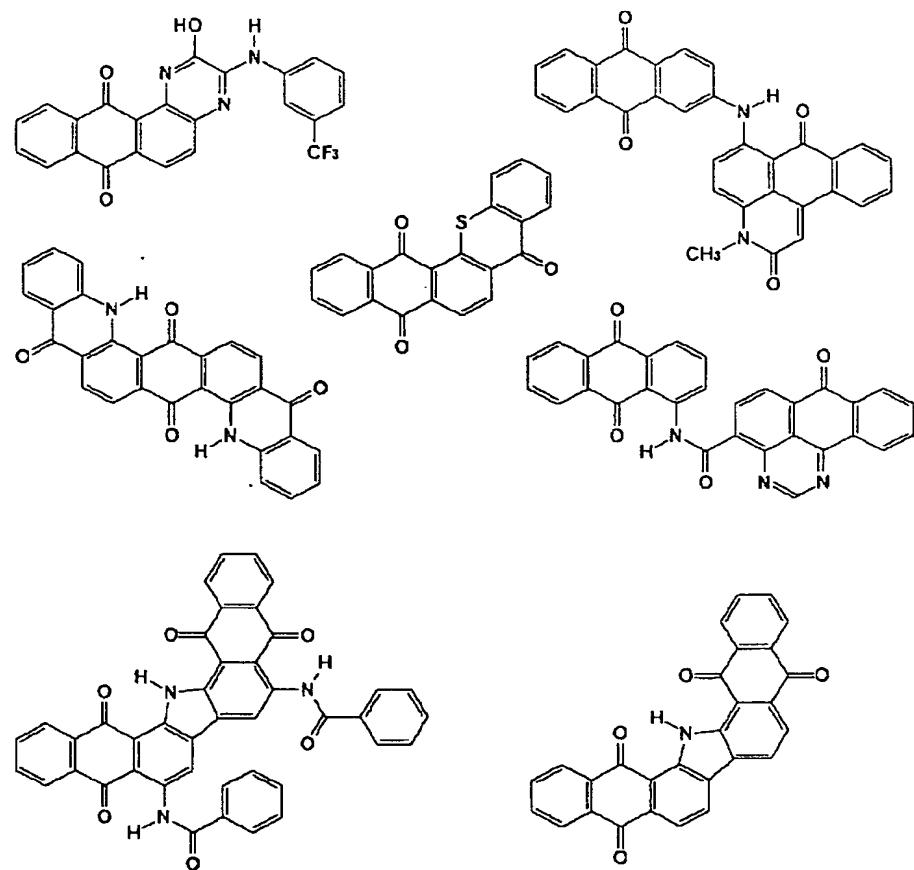
【図 55】



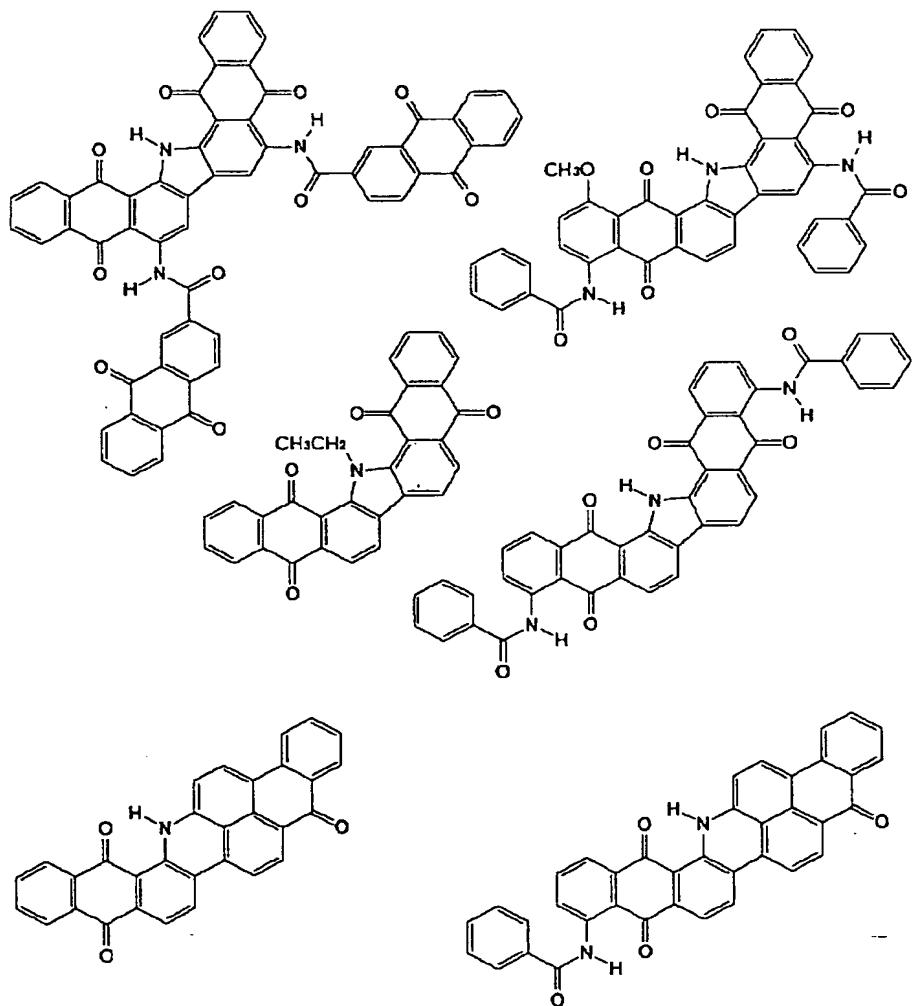
【図56】



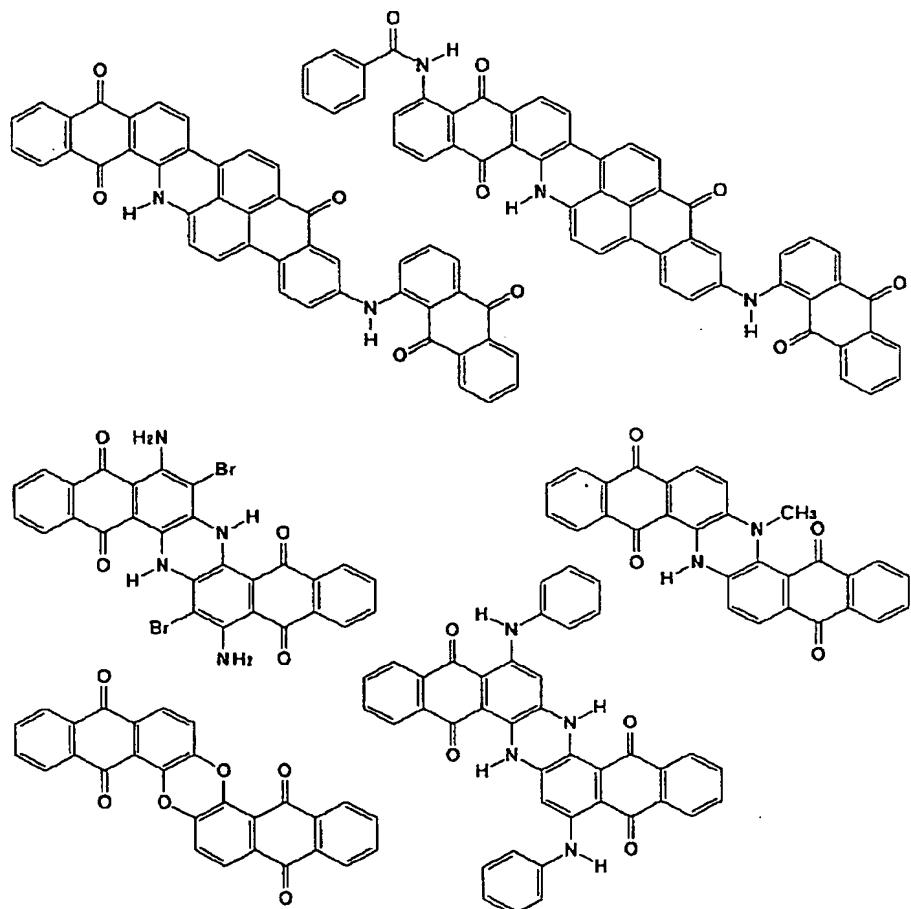
【図57】



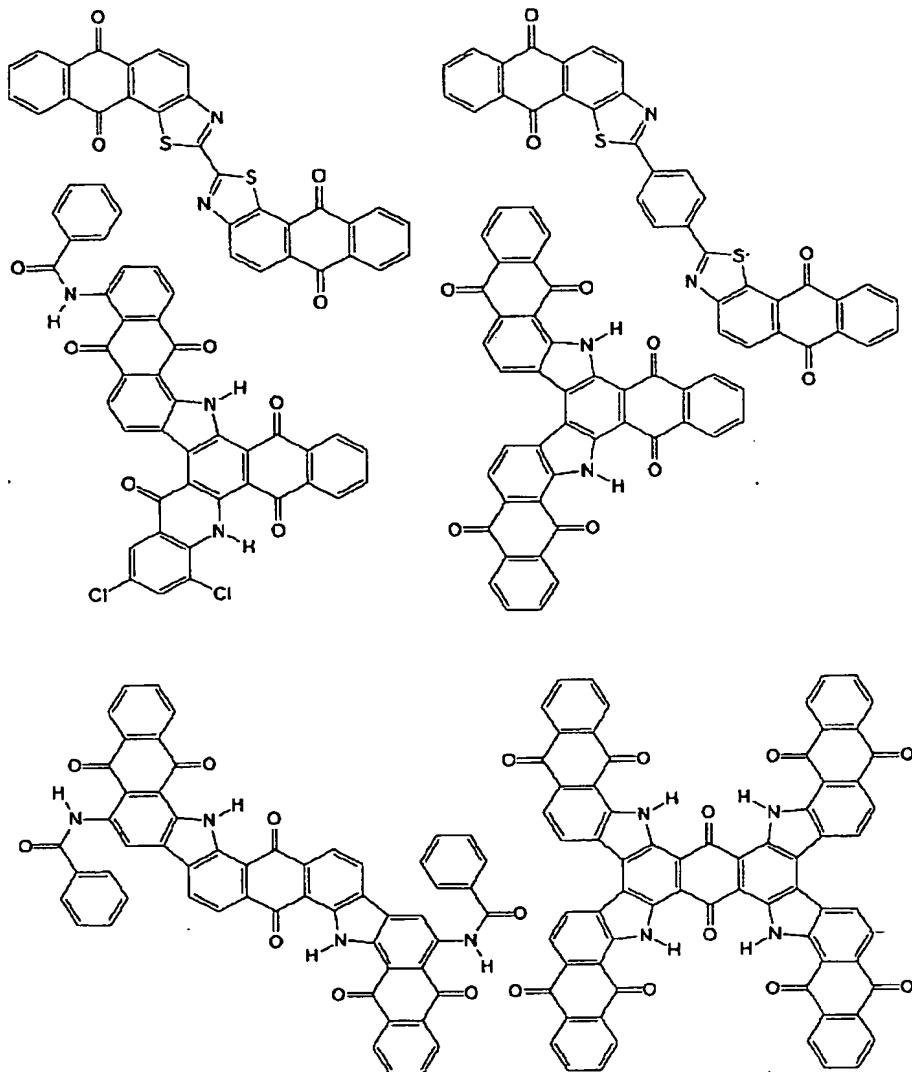
【図 58】



【図59】



【図60】




---

フロントページの続き

(72) 発明者 宝田 茂

東京都足立区堀之内 1 丁目 9 番 4 号 大日  
精化工業株式会社 東京製造事業所内

(72) 発明者 柳本 宏光

東京都足立区堀之内 1 丁目 9 番 4 号 大日  
精化工業株式会社 東京製造事業所内

(72) 発明者 辻田 公二

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 12 番  
地 日本ピクター株式会社内

(72) 発明者 上野 一郎

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 12 番  
地 日本ピクター株式会社内